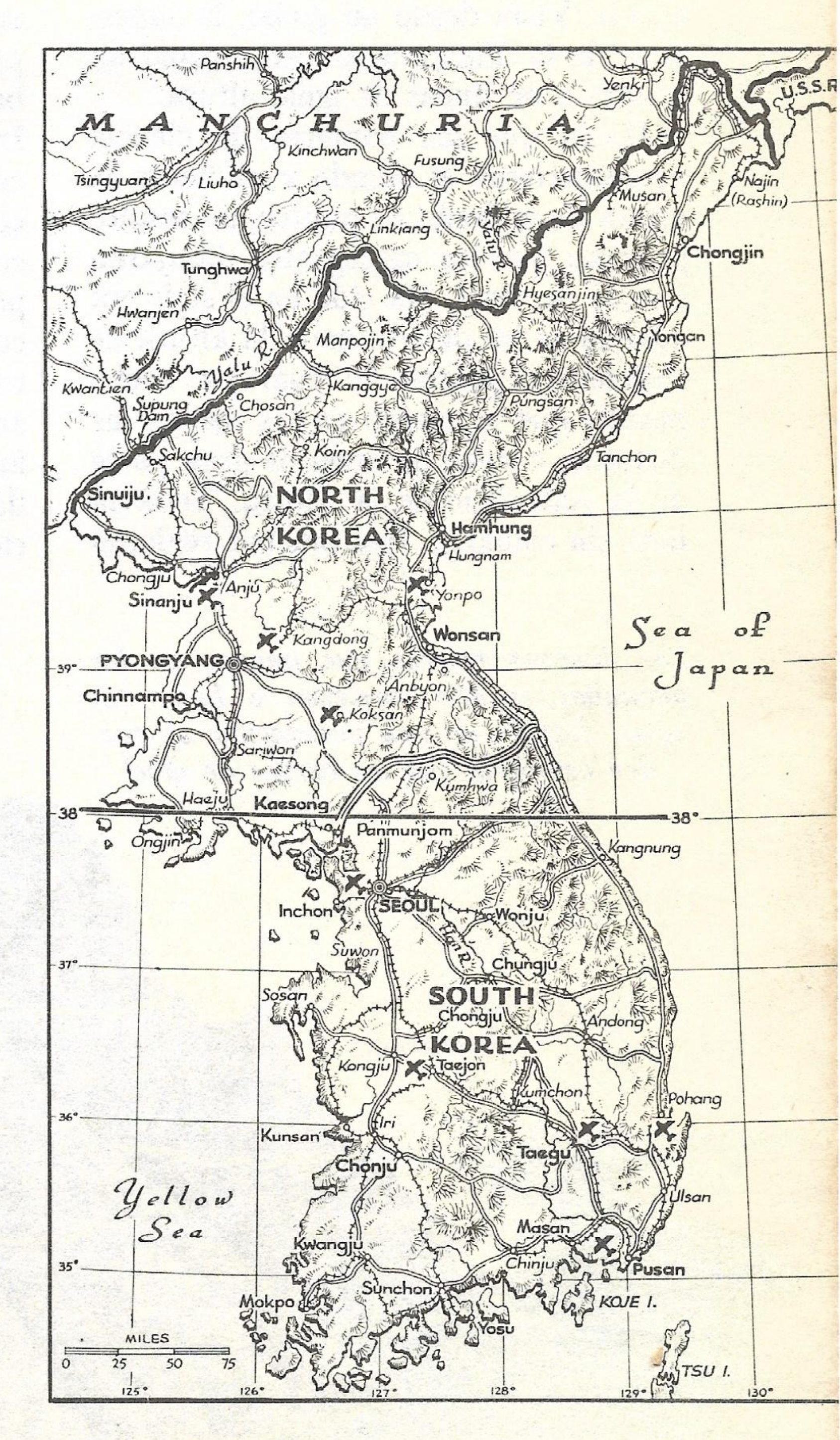
sombreados, colores y líneas que definen los contornos. Los pieles rojas dibujaban los accidentes del relieve para mostrar lo que habían visto durante sus correrías. En la actualidad, todavía se usan dibujos en los mapas de caminos.

Es práctica usual aprovechar los efectos de luz y de sombra para hacer resaltar "en relieve" los accidentes geográficos. Los primeros artistas que hicieron grabados en madera usaban líneas delgadas para indicar la parte sombreada de un objeto, y los cartógrafos pronto adoptaron este sistema para mostrar en los mapas el relieve de la Tierra. En el siglo XIX se usaron por vez primera placas de acero y de cobre para imprimir los mapas, y con ellos se podían grabar líneas más finas, sombreadas, para mostrar así el relieve.

Los cartógrafos idearon un complicado sistema para representar las montañas por medio de estas líneas, que se podían trazar gruesas o delgadas, juntas o separadas, inclinadas o curvas. Cuando eran cortas, más oscuras y más separadas, indicaban los declives más pronunciados. Sin embargo, otros detalles importantes se perdían a menudo en este sistema de representación gráfica.

El dibujo de relieve es un método modificado de las líneas sombreadas y aventaja al primero, en que los mapas presentan con mayor claridad un número considerable de detalles. En él, unas sirven para representar los montes y las cordilleras, aunque tienen en contra que estos mapas dan sólo una idea general del relieve.

Las curvas de nivel constituyen una manera de indicar la altitud por medio de una serie de líneas, cada una de las cuales une las cotas de la misma altitud. Supongamos que la superficie entera de la Tierra sufriera una inundación, y que las aguas llegaran hasta la cima de la montaña más alta. Pues bien, imaginemos que cada vez que el



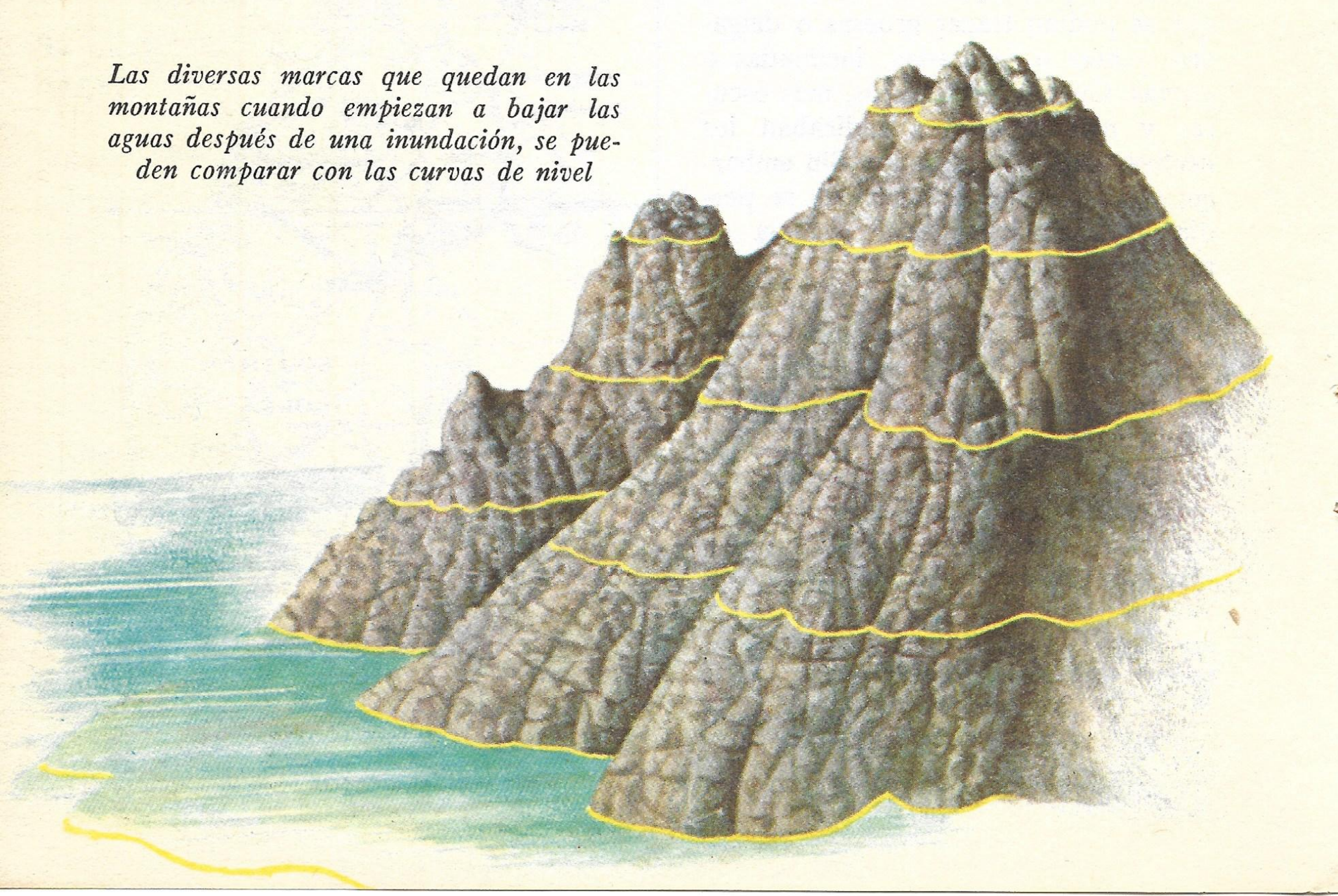
En los atlas geográficos se usan mapas en relieve para mostrar las montañas y las cordilleras

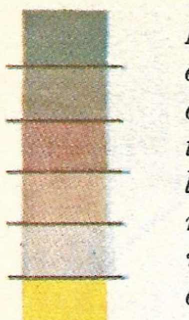
nivel del agua descendiera treinta metros dejara una marca alrededor de la montaña, de manera semejante a lo que ocurre en cualquier recipiente que contenga un líquido espeso. Al bajar la inundación quedarían varias líneas equidistantes, a diversas alturas, en la falda de la montaña. La distancia vertical entre las curvas de nivel es fija en cada mapa, y se llama equidistancia. Vista desde un globo, la superficie de la Tierra aparecería como un conjunto de líneas de igual altura.

Hasta que los hombres de ciencia no recorrieron el mundo y midieron la altura de millones de puntos, no resultó práctico que los cartógrafos dibujaran curvas de nivel. Ha sido en el siglo XX cuando se ha determinado la altura de suficientes puntos, lo cual ha hecho posible que se tracen en los mapas las distintas curvas de nivel de gran parte de la superficie de la Tierra. Todavía hoy, sin embargo, hay muchas regiones cuyo contorno sólo se puede adivinar. La Antártida y Siberia son dos de estas regiones. Las expediciones polares envían datos continuamente a los cartógrafos acerca de las distintas alturas de la Antártida. En cuanto a los mapas del relieve exacto de la Unión Soviética, todavía no están completos.

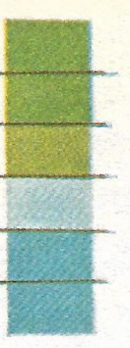
Cuando por vez primera se usaron los colores en un mapa, fue para marcar las divisiones políticas de los países. Los libros de geografía mostraban a Alemania en color verde, a Inglaterra en amarillo y a Francia en color de rosa. A medida que se fueron conociendo las altitudes en todos los continentes se emplearon los colores para hacer resaltar los relieves. Las cordilleras se coloreaban de café, en tonos descendentes hasta llegar al amarillo, el cual se empleaba para los montes pequeños; el verde para las llanuras y el azul para mares, lagos y ríos. Cuando los mapas de relieve

Las diversas marcas que quedan en las montañas cuando empiezan a bajar las aguas después de una inundación, se pueden comparar con las curvas de nivel





Para señalar las extensiones de agua y las de tierra, y en éstas la altitud de las montañas, las divisiones políticas, etc., se emplean colores



fueron más exactos, se pudieron utilizar los colores con mayor precisión.

Actualmente, los mapas de relieve combinan ambas cosas: el color y las líneas de nivel. Como esta combinación hace resaltar mejor las cimas de las montañas, tales mapas resultan sumamente útiles para aquellos pilotos que por volar a baja altura deben evitar el peligro que representa el desnivel de la superficie. En ciertos mapas se emplea el sombreado para indicar las montañas existentes en las regiones poco conocidas, o para señalar montes que son demasiado pequeños para indicarlos con líneas de nivel, pero que son peligrosos para la navegación aérea.

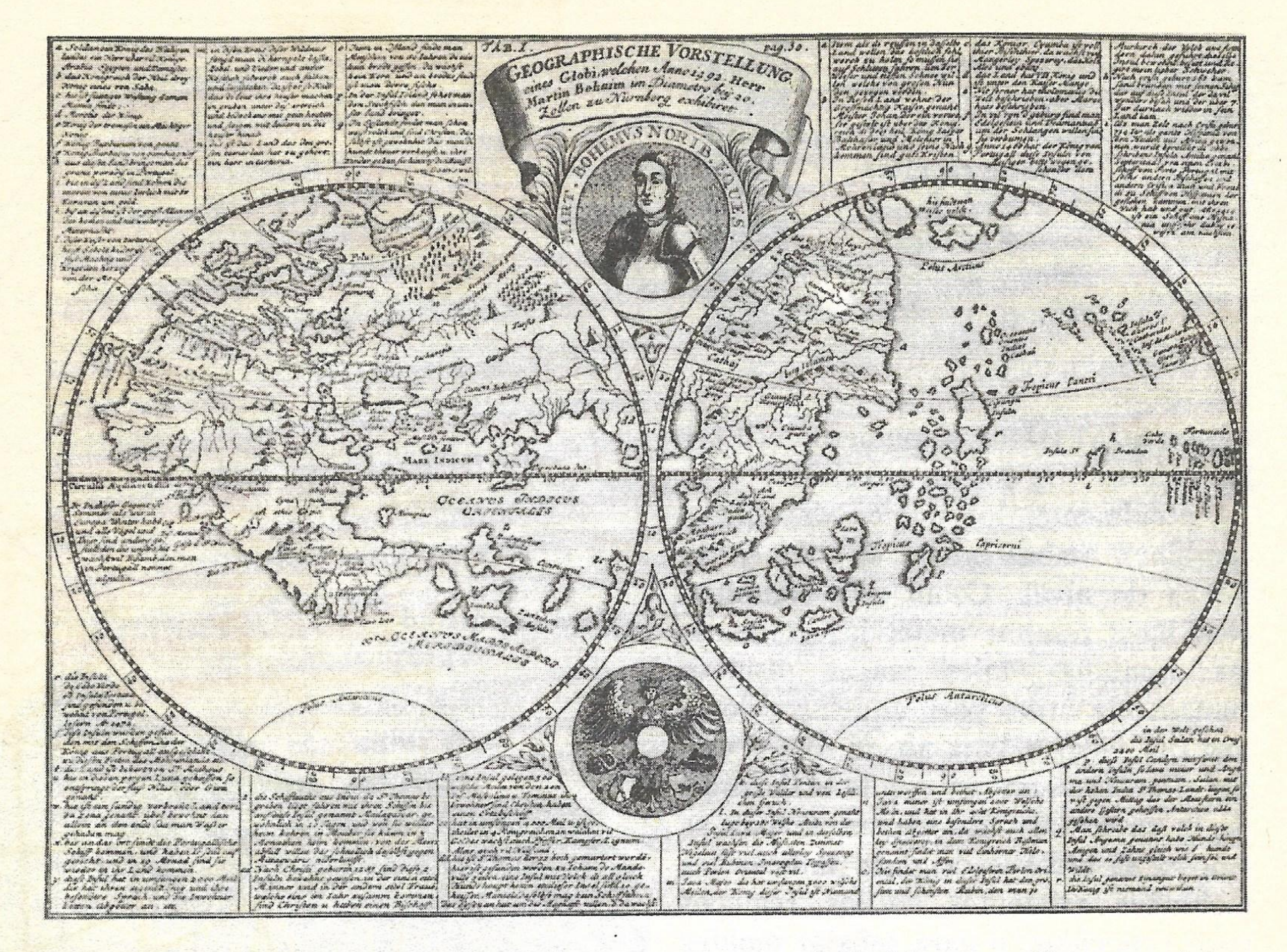
El trazo del perfil de las profundidades del mar se ha quedado muy rezagado en comparación con el de las altitudes. Hasta hace poco se habían sondeado escasos abismos submarinos, si se exceptúan aquellos que se encuentran en las rutas de navegación. Sin embargo, las tres quintas partes del globo terrestre están cubiertas de agua, y si los continentes se juntaran apenas ocuparían una superficie equivalente al tamaño del Océano Pacífico. A los cartógrafos aún les queda mucho por hacer.

Plano topográfico

Montaña vista desde arriba

Vista lateral de una montaña

Montaña, vista desde arriba y lateralmente, para mostrar cómo se levanta su plano topográfico



Mapa trazado en 1491, en el que sólo aparecen una serie de islas entre Europa y Asia

Por qué es Difícil Representar la Tierra por Medio de un Mapa

Los arquitectos cuentan con dos maneras para mostrar cómo quedará un edificio una vez terminado. Una de ellas son los planos de los diversos pisos, y la otra es la maqueta del edificio. Esta última da una idea más exacta de la construcción. La mayoría de la gente no está lo suficientemente adiestrada para interpretar los planos, pero sí puede darse cuenta de la forma de un edificio con sólo ver la maqueta.

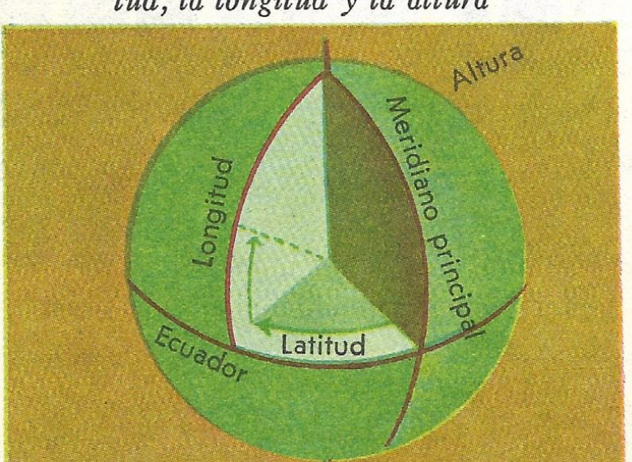
De la misma manera, los cartógrafos, es decir, los que trazan los mapas, usan tanto esferas como mapas para representar la Tierra. Una esfera con el perfil de la Tierra equivale a una maqueta. Sin embargo, debido a la escala tan pequeña que se emplea, un globo terráqueo no es una maqueta tan exacta como lo es la de un edificio. El arquitecto puede haber tomado convencionalmente un centímetro para re-

presentar medio metro en las dimensiones del edificio. Pero el cartógrafo que utiliza una esfera de 25 centímetros de diámetro para representar nuestro planeta, que mide 12,740 kilómetros de diámetro, ha hecho que un centímetro equivalga a 500 kilómetros en la escala real. Según esto, una unidad (1 centímetro, por ejemplo), en el mapa, representa la misma unidad de medida (50,000 centímetros) en la superficie terrestre.

A pesar de lo inconveniente de su escala, los globos terráqueos han gozado de gran popularidad desde hace mucho tiempo. Un globo terráqueo, hecho en 1491, se conserva en un museo de Nuremberg, Alemania. Martin Behaim, que lo construyó, tuvo que adivinar cómo eran dos terceras partes del mundo. Llenó el amplio espacio que había entre la parte occidental de Europa hasta Asia con islas imaginarias. De haber esperado unos años más, hubiera podido mostrar en su mapa el entonces recientemente descubierto continente americano.

Una autoridad en cartografía ha dicho: "El único retrato perfecto de la Tierra es un globo." Si nuestro planeta fuera realmente esférico y terso como una pelota, tendría razón. Pero un globo esférico no muestra cómo se ensancha la Tierra en el ecuador. En él no se aprecian las depresiones, las

Los tres factores topográficos son la latitud, la longitud y la altura



Trozo de un mapa antiguo, hecho de arcilla

Los polinesios empleaban mapas hechos de bambú y conchas de molusco

Los esquimales tallaban mapas en los troncos que encontraban flotando. Las muescas indican los cabos y las bahías de Groenlandia



La vista lateral o superior de una caja sólo nos permite apreciar dos de sus dimensiones

prominencias, las llanuras ni los demás accidentes de la superficie. En un globo terráqueo no se pueden medir las distancias en cualquier dirección con la misma exactitud. Además, nunca son lo suficientemente grandes para proporcionar detalles de importancia.

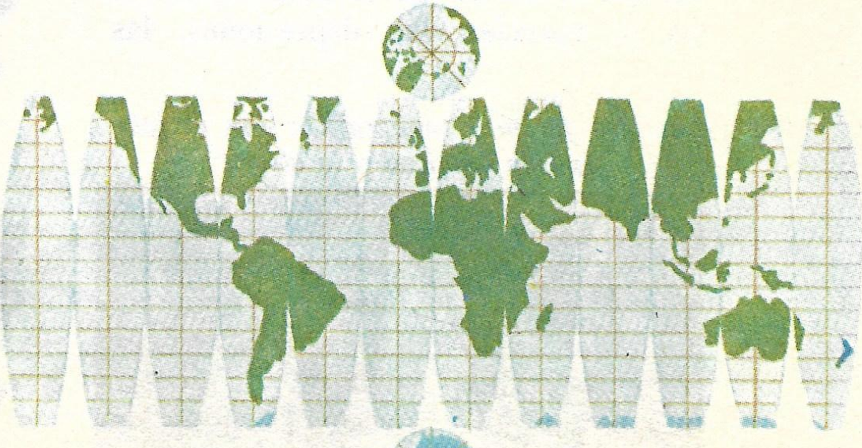
Hace 5,000 años, los sumerios trazaban sus mapas en gruesas tabletas de arcilla; los esquimales de épocas más recientes hacían muescas con sus navajas en trozos pequeños de madera para saber cuántas bahías se habían alejado de su hogar. Los aborígenes de las islas Marshall, en el Pacífico, empleaban mapas hechos con varas de bambú y conchas de crustáceos. En la actualidad, la mayoría de los mapas se trazan e imprimen en papel, pues es un material barato y de fácil manipulación.

Como un dibujo trazado sobre un plano tiene el inconveniente de mostrar sólo dos dimensiones (longitud y anchura) y cualquier cuerpo sólido tiene tres (altura, aparte de las otras dos ya mencionadas), es sencillo comprender los problemas que se presentan cuando se desea representar en un plano, con toda precisión, cualquier cuerpo sólido.

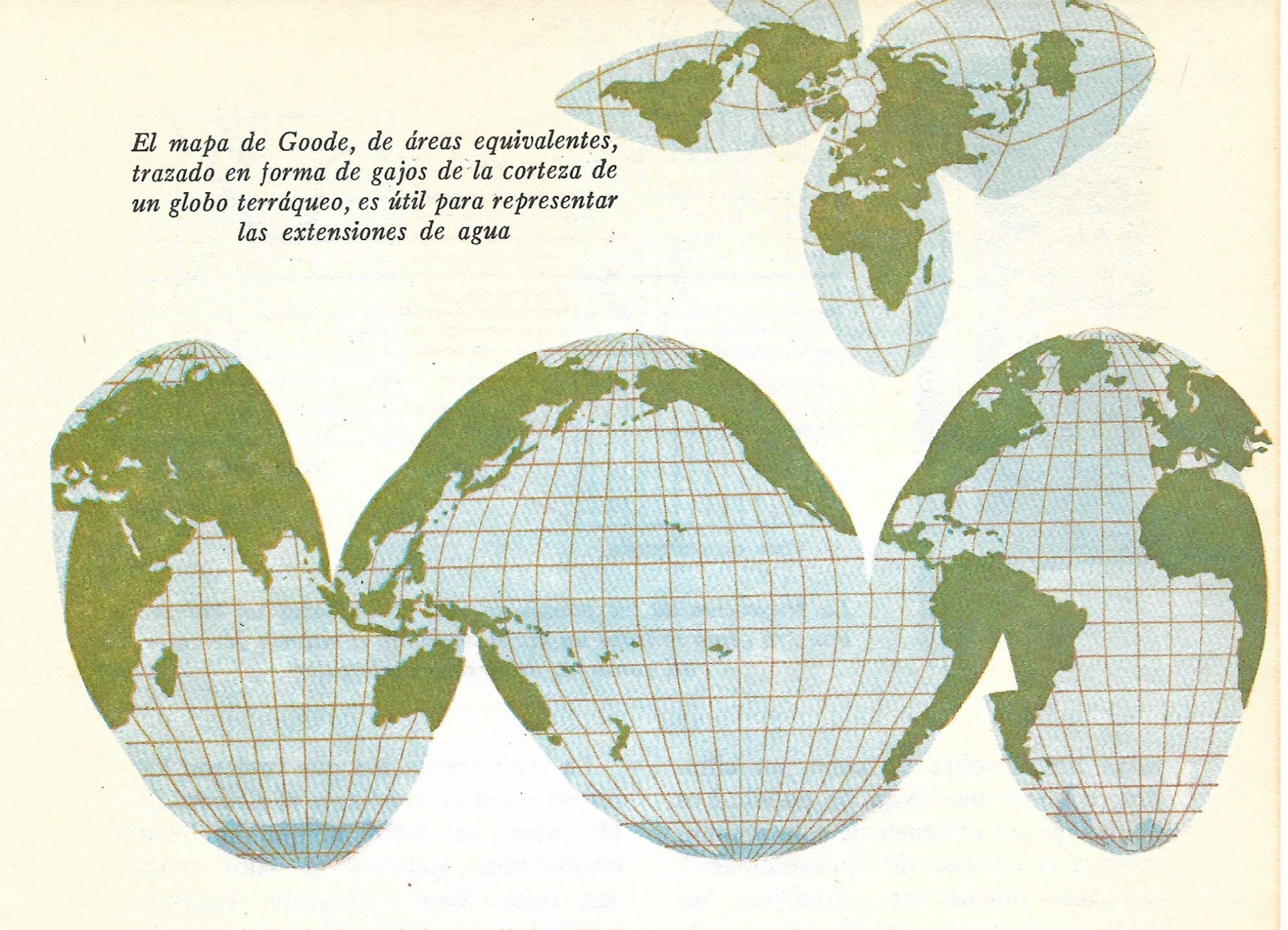
Tracemos, por ejemplo, en una hoja de papel, un cubo de 2.5 cm de lado. Visto de frente, sólo aparecerá del cubo una cara. Si se dibuja de manera que aparezcan tres de ellas (la del frente, una lateral y la superior), alguna de estas tres caras se mostrará distorsionada.

Los cartógrafos habrían estado más satisfechos si los hombres de la tripulación de Magallanes no hubieran demostrado la redondez de la Tierra, ya que cuesta tanto trabajo tratar de mostrar la superficie esférica de nuestro planeta en un plano como mostrar fielmente en un papel las tres dimen-





La corteza de un globo terráqueo se puede dividir en gajos, como si se tratara de una naranja, para obtener un planisferio cuya proyección es más precisa

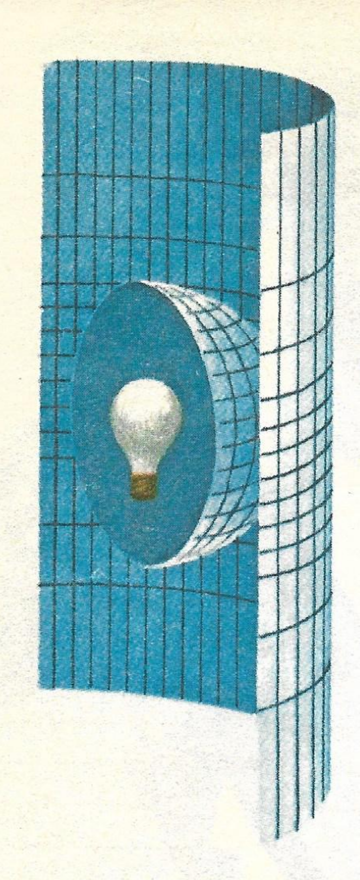


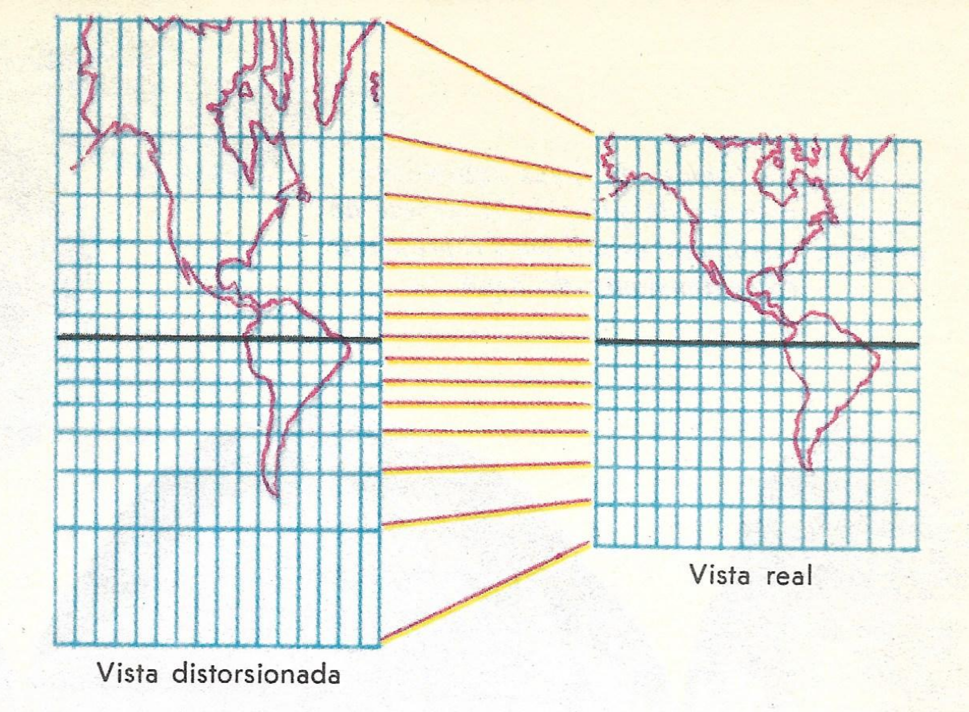
El mapa de Goode, de áreas equivalentes, trazado en forma de gajos de la corteza de un globo terráqueo, es útil para representar las extensiones de agua

siones de un cubo, pues cualquiera que sea la manera en que lo tracen, siempre aparecerá distorsionado. El sistema de paralelos y meridianos de la Tierra puede ser trazado fácilmente sobre una esfera, pero en cuanto se trata de trazarlo en un plano, surgen dificultades al representarlo. Sólo zonas pequeñas, de no más de cien kilómetros cuadrados, se pueden representar de manera plana, como un mapa lo requiere, sin que sufran deformaciones, y únicamente en una esfera es posible representar el área y la forma sin que ninguna de las dos sufra deformación.

Los cartógrafos buscan sin cesar nuevos sistemas de trazado para que los mapas muestren el menor número posible de deformaciones. Si la corteza de un globo terrestre se divide en gajos, como cuando se le quita la cáscara a una fruta, se obtiene un mapa bastante preciso. Muchos mapas se han trazado de manera similar a esta, pero no obstante que muestran formas y áreas equivalentes, tienen la desventaja de que les falta continuidad, o de que las porciones mostradas aparecen truncas.

Cuando las diapositivas fotográficas o los filmes se muestran en una pantalla, decimos que se "proyectan". Se puede obtener un mapa metiendo una bombilla eléctrica encendida dentro de un globo terráqueo transparente en el cual se haya marcado previamente, con líneas gruesas, el contorno de los continentes y las coordenadas de latitud y de longitud. La luz en el interior del globo puede servir para proyectar





La proyección de los puntos de una esfera sobre un cilindro muestra cómo se traza un mapa mediante el sistema Mercator, así como las distorsiones que sufre

estas líneas sobre un cono, un cilindro, o sobre una hoja de papel. Los mapas que se obtienen de esta manera reciben el nombre de "proyecciones", las cuales pueden ser: cilíndricas, cónicas, gnomónicas, de Mercator y de Mollweide. Las proyecciones se hacen conforme a los principios de la geometría descriptiva, una rama de la geometría. Sin embargo, las proyecciones geográficas no siempre son realmente proyecciones, en el sentido geométrico de la palabra.

El autor de la proyección de Mercator se llamaba originalmente Gerhard Krämer, cuyo apellido significa "comerciante" en alemán. Por el año 1569, cuando publicó el atlas que contenía el mapa trazado por él, se acostumbraba que los hombres de ciencia latinizaran sus nombres. Krämer cambió el suyo por el de *Mercator,* que quiere decir "comerciante mundial". Tal decisión fue acertada, pues su mapa pronto se convirtió en el preferido de todos los marinos mercantes.

La gran aceptación que tuvieron los mapas trazados mediante el sistema de Mercator, se debió a que la línea loxodrómica aparecía en ellos como una recta. Este cartógrafo flamenco escribió en su atlas: "Si se desea ir de un puerto a otro, he aquí una carta de navegación con una línea recta. Si se sigue esta línea cuidadosamente, se llegará sin duda alguna al puerto de destino. Pero puede ocurrir que la longitud de la línea no sea la verdadera. Es posible que se llegue antes de lo calculado, o quizá después, pero se llegará allí."

Lo atractivo de la proyección de Mercator radica en que la forma de las distintas áreas representadas no aparece distorsionada; pero tienen el defecto de que el tamaño de las mismas se altera en los lugares más alejados del ecuador, tanto al norte como al sur de dicha línea. Un lugar situado a 80° de latitud aparece en el mapa con una superficie 36 veces mayor que la real. Así, en los mapas de Mercator se

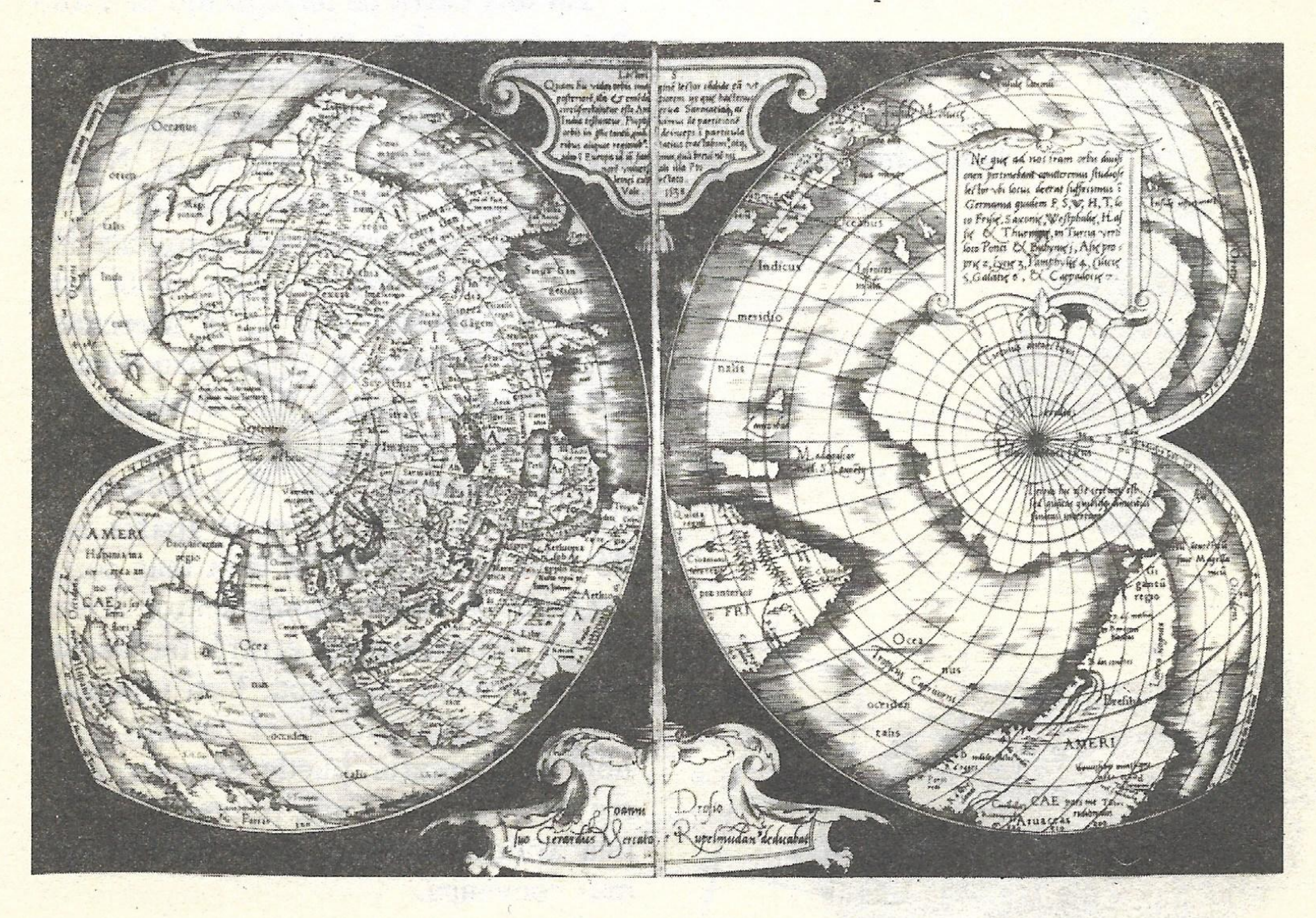
obtiene una impresión errónea acerca del tamaño verdadero de todos aquellos países que no están situados en los trópicos. Por ejemplo, el área de Canadá no es el doble de la de los Estados Unidos. Groenlandia es mucho más pequeña que Sudamérica, aunque esto no se podría deducir observando un mapa trazado por el sistema de Mercator.

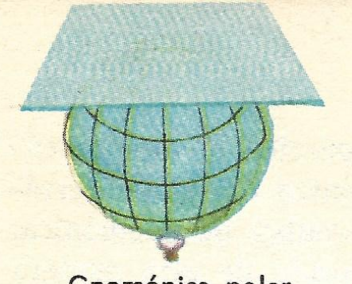
En las cartas de navegación estereográficas polares, el polo es el centro de la proyección. Un mapa estereográfico polar es especialmente útil cuando en él se representa una zona de 24,000 kilómetros alrededor del polo. Más allá de esta distancia, tanto la superficie como las formas de los litorales se distorsionan.

Si en una proyección el foco se encuentra en el centro del globo terráqueo, recibe el nombre de gnomónica. En un mapa trazado de esta manera los meridianos son elipses, y los paralelos son elipses o rectas, al contrario de lo que ocurre en la proyección polar, en donde los meridianos son líneas rectas, y los paralelos, círculos.

Cuando un navegante usa un mapa trazado mediante el sistema de proyección gnomónica, tira primero una línea que une los puntos de partida y de destino. Después, elige las coordenadas de diversos puntos a lo largo de su ruta en el mapa gnomónico, y las transporta a un mapa Mercator. Al unir estos puntos en este último mapa obtendrá varias rutas cortas, que se

Éste, que es uno de los primeros mapas de Mercator, muestra cómo se altera el tamaño de las zonas situadas en las latitudes más apartadas del ecuador



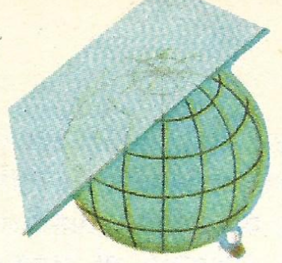




Gnomónica polar



Gnomónica ecuatorial

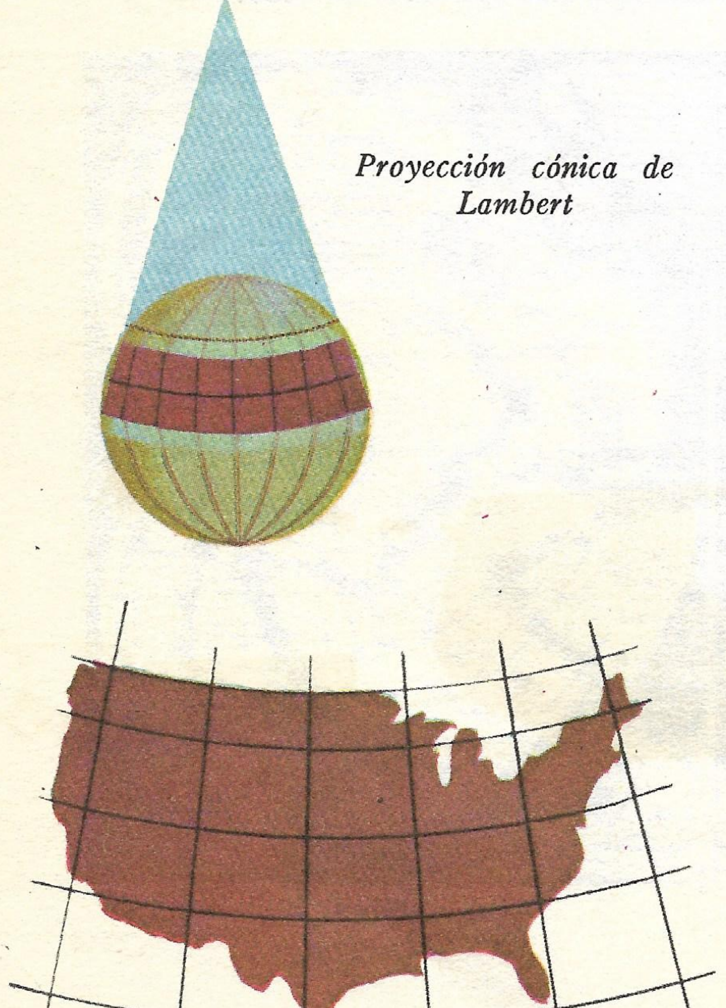


Gnomónica oblicua

Si en una proyección el punto de vista está en el centro del globo terráqueo, recibe el nombre de proyección gnomónica

aproximan a un círculo máximo. Sólo para esto debe usarse el mapa gnomónico, pues en él no es fácil medir las distancias, y la forma de las superficies no es exacta.

En 1772, el alsaciano Johannes Heinrich Lambert decidió que se podrían hacer mejores mapas si se aplicaran las matemáticas en su trazado. Lambert decidió que todo lo que estuviese comprendido entre dos líneas —los paralelos 33° y 45°— se registrara con toda exactitud. Mercator había usado sólo una línea: el ecuador. Lambert aplicó las matemáticas en el espacio limitado por sus líneas paralelas fundamentales, de modo tal que toda esta zona tuviese un mínimo de error en su representación. El resultado fue la Proyección Cónica de Lambert, mediante la cual se logró trazar el mejor mapa de la latitud central terrestre que hasta aquel entonces se hiciera. En él se representaban fielmente las extensas superficies de Norteamérica, Europa y el Lejano Oriente.

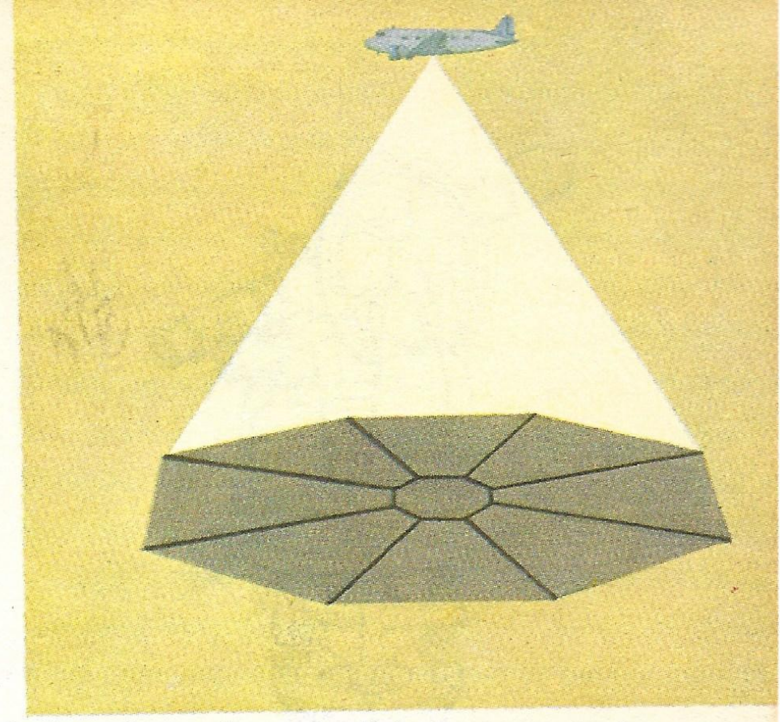


Proyección cónica de Lambert

En una carta de navegación de Lambert se pueden medir las distancias con una precisión de un 99 a un 99.5 por ciento. En ella, una distancia de 4,140 kilómetros, o sea la de Nueva York a San Francisco, tiene un error de sólo 20 kilómetros. La aproximación a la distancia real es mejor en la proyección Lambert que en la Mercator. En este último, la línea loxodrómica entre Nueva York y San Francisco se desvía 291 kilómetros de la ruta de círculo máximo. En el Lambert, la línea loxodrómica nunca se aparta más de 15 kilómetros de la ruta más corta.

Quien no posea conocimientos acerca de las proyecciones, errará fácilmente en la elección de mapa. Con uno gnomónico, acaso pierda el rumbo, y en uno de Mercator puede cometer errores de medición. Cada proyección tiene una aplicación, y se debe usar la que más convenga.

Cómo se Delinea la Tierra en un Mapa



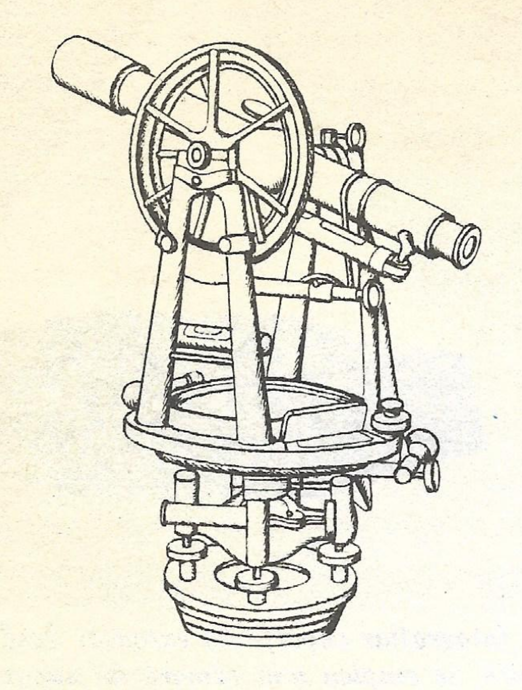
Para fotografiar superficies extensas desde el aire, se emplea una cámara de nueve objetivos

A principios de la segunda guerra mundial, los oficiales del ejército norteamericano descubrieron, para su consternación, que la mayoría de los mapas del Pacífico que obraban en su poder eran anticuados. La información, tan necesaria, acerca de los arrecifes de coral, así como de las características del litoral de las islas, no aparecía en esos mapas. No era posible enviar brigadas de topógrafos, ya que casi todas las islas estaban en manos de los japoneses. ¿Qué hacer entonces?

Se recurrió a tres fuentes de información: las bibliotecas, los misioneros y los turistas. Al comparar la información obtenida, se descubrió que se contaba con datos suficientes con los que se podían preparar mapas excelentes. Los turistas facilitaron fotografías que habían tomado en las playas de las islas remotas del Pacífico. Los misioneros describieron los senderos que usaban los aborígenes de la selva de Nueva Guinea. Se buscaron y seleccionaron folletos de viaje y libros de

Para trazar los mapas se necesita el concurso de topógrafos, exploradores y hombres de ciencia





El teodolito le sirve al topógrafo para determinar su posición, valiéndose del Sol, de la Luna o de las estrellas

lugares tan lejanos como las islas Palaos y Marianas. Ya con el material recopilado, los cartógrafos pudieron trazar nuevos mapas para uso militar.

La explotación de estas fuentes para obtener datos geográficos no es del todo nueva. Ricos y pobres, reyes y mendigos, hombres —y mujeres— de todo género han ayudado a representar los accidentes geográficos de la Tierra.

Desde tiempos remotos, los viajeros y los exploradores trazaban sus propios mapas. Los monjes, que nunca salieron de los monasterios, fueron quienes hicieron las cartas geográficas más detalladas. Reunían los datos que les proporcionaban los viajeros, como Marco Polo, y con ellos iban formando poco a poco sus mapas.

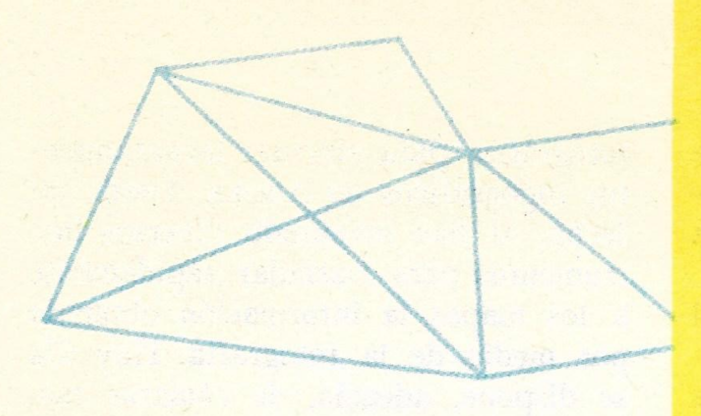
Cuando ya no había tierras que descubrir, los mapas se convirtieron en auxiliares de la búsqueda de yacimientos de petróleo. Las autoridades gubernamentales de cada país se dieron cuenta gradualmente de la necesidad de contar con mapas oficiales que fueran exactos, y con tal fin se formaron los institutos geodésicos y de estadística.

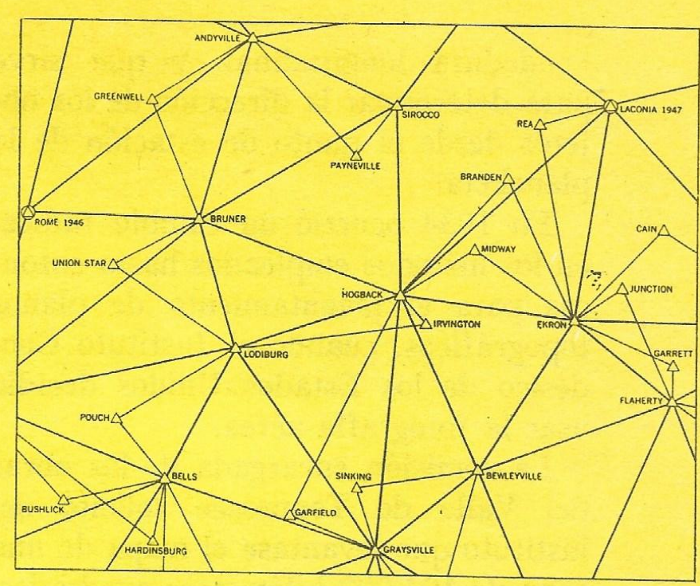
Un mapa topográfico muestra el relieve de la superficie terrestre. En él se trazan líneas de contorno y diferentes signos convencionales para mostrar la localización de las colinas, de los valles, de los ríos y de otros muchos accidentes geográficos. Los procedimientos actuales que se siguen en el trazado de los mapas demuestran el adelanto de la cartografía.

Aquellos días en que se levantaron los primeros mapas topográficos estuvieron llenos de aventuras e incidentes. Los integrantes de las brigadas topográficas afrontaban constantemente los peligros que ofrecía todo el inmenso territorio que estaba todavía sin explorar. Algunas veces, las tribus de aborígenes hostiles amenazaban su seguridad. Se viajaba en carreta y a caballo, pero los topógrafos tenían que caminar la mayor parte del tiempo.

Para hacer el levantamiento topográfico de una región, se marcaban diversas estaciones con un teodolito. Este instrumento permitía que el topógrafo estableciese su posición con la ayuda del Sol, de la Luna o de las estrellas. Al tomar estos puntos de referencia, se podía localizar la situación geográfica de los rasgos sobresalientes de la superficie terrestre. Las elevaciones del terreno se determinaban con un barómetro. La medición se efectuaba por medio de pasos, o contando el número de vueltas que daba la rueda de una carreta.

A medida que avanzaba la explora-

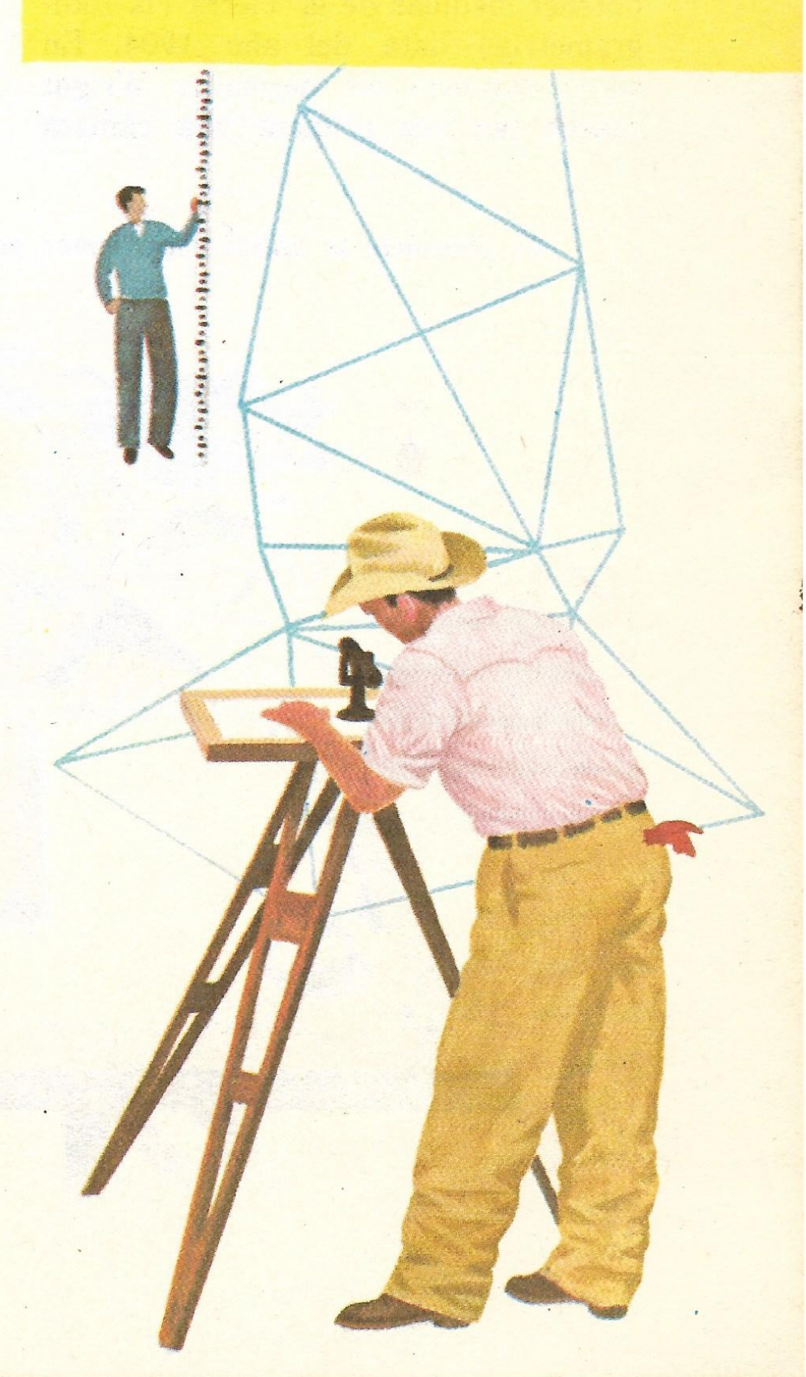




ción, el topógrafo unía en el mapa los distintos puntos de las diversas estaciones. Como las líneas formaban triángulos, a este tipo de levantamiento topográfico se le llamó sistema de triangulación. El topógrafo hacía bosquejos de los accidentes del terreno, tomaba medidas y hacía complejos cálculos. Ya en su oficina, durante los meses invernales, trazaba el mapa según los datos que llevaba en su cuaderno de apuntes.

Como los primeros mapas topográficos no eran exactos, y además se empleaba mucho tiempo en levantarlos, se descartó el teodolito. Su lugar lo ocupó la plancheta con alidada. Con ella se podía ejecutar simultáneamente el trabajo de campo y el trazado del plano. De esta manera se aumentó la precisión en el trazado y se disminuyó el tiempo que se empleaba en el levantamiento del plano.

Una plancheta es un tablero de dibujo, montado sobre un trípode, de modo que pueda nivelarse y hacerse girar alrededor de un eje vertical, fijándolo en una posición dada, y en el que se ejecutan a la vez el levantamiento topográfico y el trazado del mapa. Completa la plancheta una alidada, que es una regla provista de una puntilla en cada extremo, con una



Para el levantamiento de los planos topográficos se utiliza la triangulación

hendedura longitudinal, y que sirve para determinar la dirección de los objetos desde el punto de estación de la plancheta.

En 1934 ocurrió un cambio radical en los métodos empleados hasta entonces para el levantamiento de planos topográficos, cuando el Instituto Geodésico de los Estados Unidos decidió usar la fotografía aérea.

La comisión encargada de las obras del Valle de Tennessee solicitó del instituto que levantase el mapa de una zona de 104,000 kilómetros cuadrados. El empleo de la fotografía aérea para obtener medidas de la Tierra (la fotogrametría) data del año 1904. En aquel entonces los hermanos Wright usaron por vez primera una cámara fotográfica para efectuar levantamientos topográficos en Alaska. Desde tal fecha, se han inventado diversos instrumentos para trasladar rápidamente a los mapas la información obtenida por medio de la fotografía. Hoy día se dispone, además, de cámaras mejores.

Sin embargo, no se pueden elaborar mapas empleando la fotografía aérea sin contar con diversos puntos de referencia en la superficie terrestre. Todavía queda por hacer mucho trabajo, que los topógrafos tienen que realizar a pie. Se debe determinar la posición exacta, tanto horizontal como vertical, de los distintos lugares en cada zona que se vaya a registrar en un mapa. En la actualidad, se cuentan por decenas

La plancheta se utilizó hace tiempo para hacer levantamientos topográficos



Río permanente		Río de temporal	
Acueducto elevado		Acueducto subterráneo	
Pozo o manantial		Río secundario	
Rápidos poco importantes		Cataratas poco importantes	
Rápidos importantes		Cataratas importantes	
Lago		Lago seco	
Anteplaya		Arrecife de roca o de coral	
Sonda — Curva de profundidad	10	Boya o poste de amarre	
Naufragio al descubierto		Naufragio sumergido	
Roca a flor de agua, peligrosa para la navegación			

Algunos de los signos convencionales que se emplean en los mapas

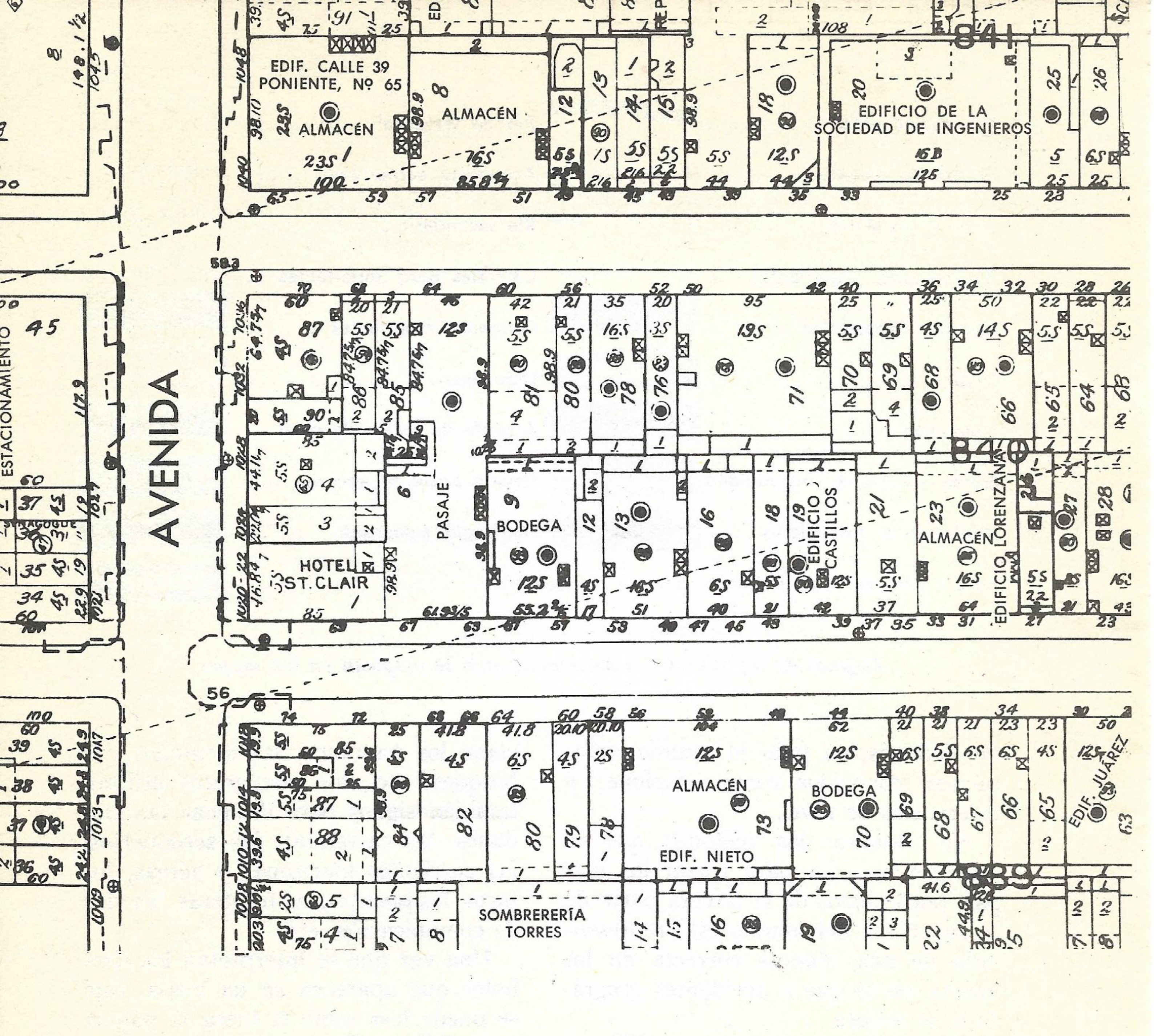
de millones, en todo el mundo, estos puntos, conocidos como estaciones y referencias de nivel.

No obstante los métodos que se emplean hoy día para trazar los mapas, poco menos de la tercera parte de la superficie del mundo está representada de una manera correcta en los mapas, en lo que a accidentes geográficos se refiere.

Los cartógrafos emplean signos convencionales para representar en los mapas los distintos accidentes geográficos. Estos signos no se asemejan, necesariamente, a la forma o al aspecto de los objetos que representan. Es más, los signos convencionales varían de un mapa a otro, y a eso se debe que cada mapa lleve la explicación de dichos símbolos.

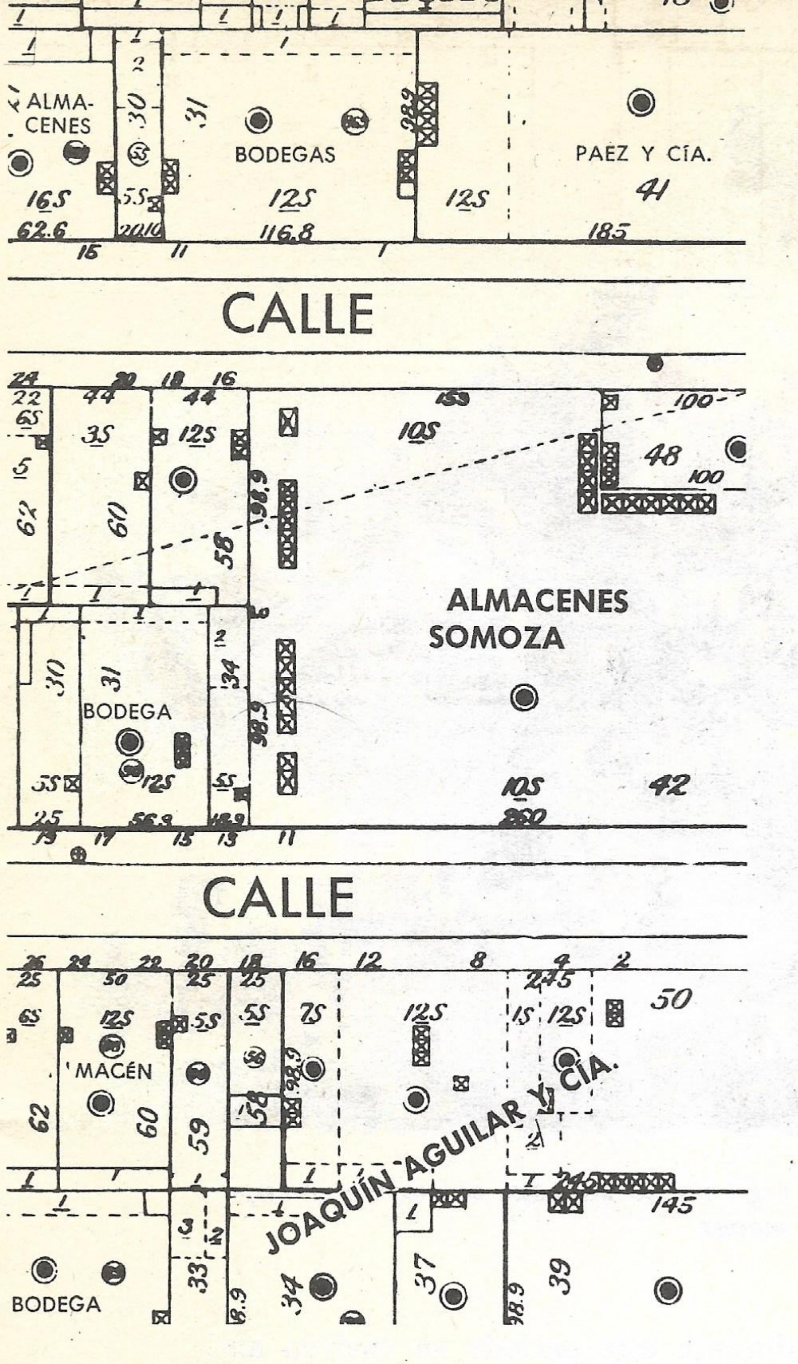
Aparte de los signos convencionales que se emplean para representar los diversos accidentes geográficos, tales como los pantanos, las montañas, los bosques, etc., los cartógrafos utilizan también signos para designar las ciudades, las carreteras, los aeropuertos, las corrientes marítimas y aéreas, los faros, los puentes, las fronteras, las vías de comunicación, etc.

Una vez que se interpretan los símbolos que aparecen en un mapa, éste se puede leer como si fuera la página de un libro, y cuantos más detalles tenga, será mejor. Cada mapa está trazado con un propósito definido. Así, en las cartas de navegación aérea se les da mayor realce tanto a aquellas zonas que ofrecen algún peligro como a las que pueden proporcionar alguna ayuda en caso de urgencia. En los mapas políticos se les da mayor importancia a las líneas divisorias, pero todo símbolo convencional es una simple señal que indica algo, sea o no visible en la superficie de la Tierra.



Los Mapas que Usamos

A cualquier lugar que vayamos, lo más probable es que encontremos un mapa o un plano. Los corredores de bienes raíces tienen planos de las calles de la ciudad. Los gerentes de ventas colocan mapas en sus oficinas, en los que señalan dónde está cada uno de sus agentes. Las compañías de seguros cuentan con planos que muestran los detalles de la construcción de los edificios que han asegurado sus dueños. En el ejército se utilizan mapas para proyectar los vuelos de práctica y las maniobras de los soldados. Los maestros usan mapas en las escuelas para enseñar a sus discípulos los datos referentes a los habitantes y los productos que hay en diversos lugares de la Tierra. Los conductores de automóviles, camiones y autobuses, llevan



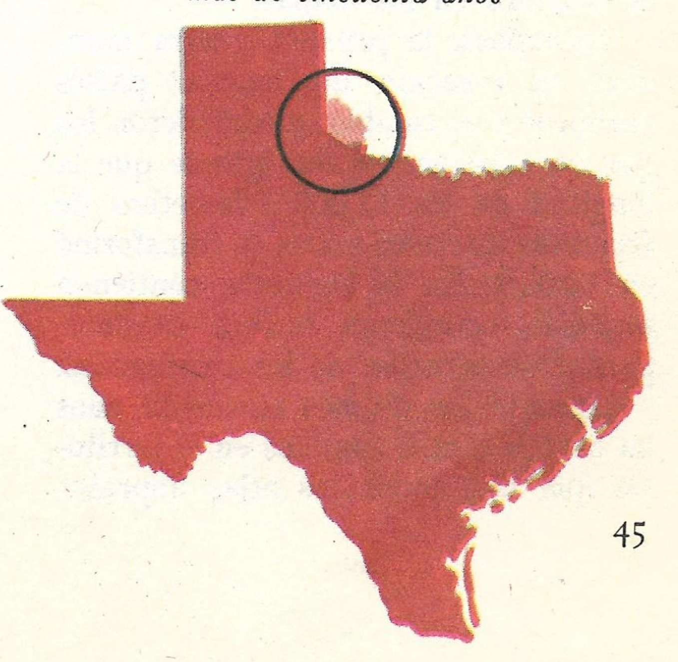
En las compañías de bienes raíces se emplean planos para localizar las calles y las construcciones que circundan una propiedad

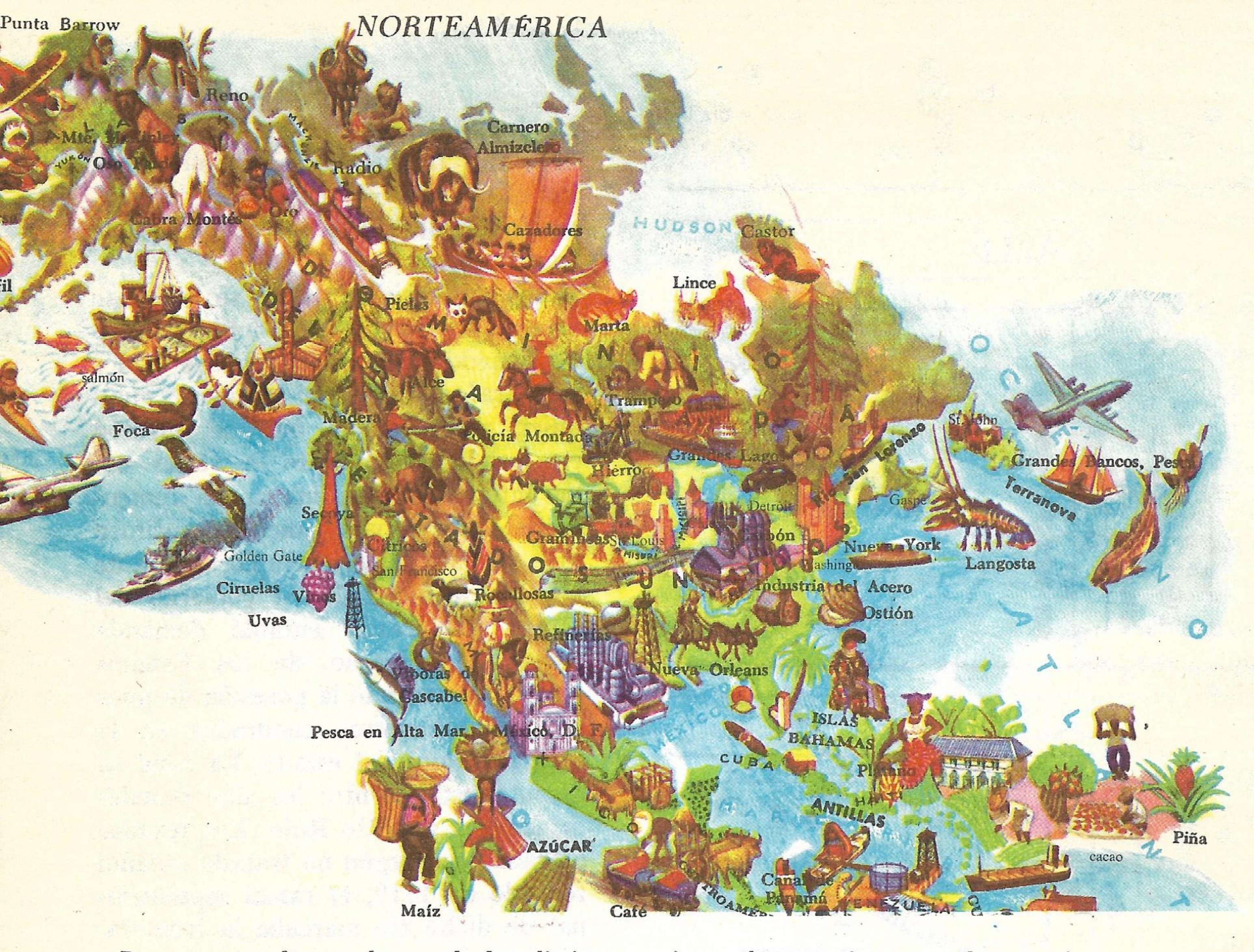
mapas de las carreteras y de los caminos. Aun en la guía telefónica aparece un mapa de la ciudad. La elaboración de mapas se ha convertido en un gran negocio.

Las empresas relacionadas con la industria automovilística hacen imprimir anualmente, con fines publicitarios, millones de mapas de las carreteras de los distintos países. Las agencias de viajes también regalan folletos en los que aparecen planos de determinadas ciudades o de los caminos y de las carreteras.

Las discusiones que se suscitan acerca de las líneas fronterizas han ocasionado muchos problemas a los cartógrafos. De igual manera, cualquier modificación que se efectúa en los linderos, tanto estatales como internacionales, implica un aumento de trabajo para quienes imprimen los mapas. Por ejemplo, durante más de medio siglo, el gobierno del estado de Texas entabló demanda contra el gobierno de los Estados Unidos disputando la posesión de unos 100,000 kilómetros cuadrados en la frontera norte del estado. La zona en disputa estaba entre los dos ramales principales del Río Rojo. Los texanos alegaban que según un tratado español fechado en 1819, el ramal septentrional de dicho río marcaba la frontera. El gobierno norteamericano aseguraba que el ramal meridional era el que la definía. En 1896, la Suprema Corte de

Una parte de la frontera septentrional del estado de Texas estuvo en disputa durante más de cincuenta años





Para mostrar los productos de las distintas regiones de un país, se emplea un tipo especial de mapas

Justicia dio su fallo en contra del estado de Texas. Fue entonces cuando los cartógrafos supieron dónde colocar la frontera en los mapas.

Terminada la primera guerra mundial, la creación de nuevos países europeos y el cambio que sufrieron los que ya existían fue tan grande que la longitud de los 13,000 kilómetros de fronteras internacionales se transformó en 16,000. En la siguiente contienda mundial, ocurrieron nuevos cambios, para desesperación de los cartógrafos.

Durante los últimos cincuenta años ha habido tantos cambios en el territorio que casi todos los atlas impresos durante este periodo se vuelven anticuados, o fuera de época, aun antes de que lleguen a las manos del público. En la actualidad, los mapas publicados en la India no concuerdan con los impresos en China. Los dos países difieren respecto a la posición de la frontera del Tíbet.

Una de las pocas fronteras que han permanecido estables desde 1925 es la que separa los Estados Unidos del Canadá. Sin embargo, los cambios que ha efectuado la mano del hombre al construir, por ejemplo, el canal de San Lorenzo, han obligado a que se tracen nuevos mapas de la zona del río San

Lorenzo, el cual forma parte de la frontera de los dos países. La construcción de la presa de Asuán, en Egipto, cambió la topografía del país. Al alterarse el cauce del Nilo, se transformó también la topografía de la República del Sudán. Por estos ejemplos se ve que cualquier alteración que se efectúe sobre la superficie de la Tierra obliga a que se tracen nuevos mapas.

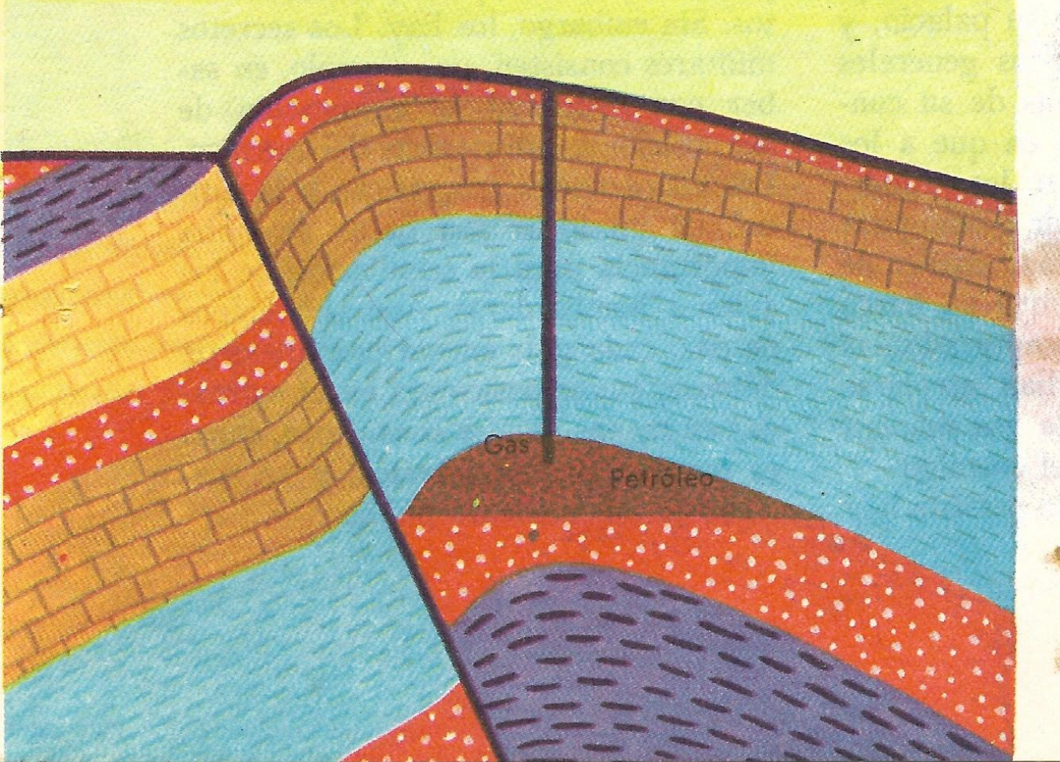
En dónde colocar una línea, qué datos se deben poner en un mapa y cuáles omitir, son los problemas que conciernen a los cartógrafos. Los habitantes de Hialeah, una pequeña ciudad de Florida, Estados Unidos, se indignaron, con justa razón, cuando en unos mapas destinados a fomentar el turismo en el estado no aparecía. No obstante que el nombre de la ciudad estaba en el índice del mapa, esto no satisfizo a nadie. Hubo quejas por doquier, y se les prometió que la omisión sería corregida en los mapas subsecuentes.

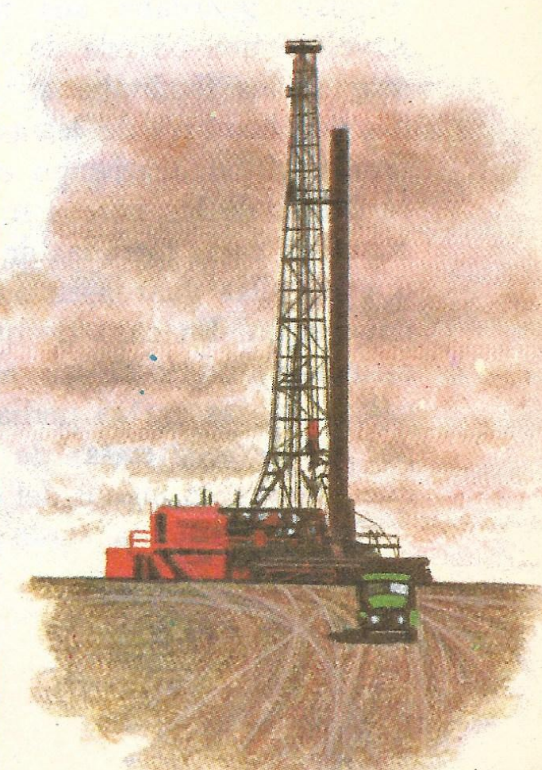
A veces, los mapas se usan con fines secundarios. En la geografía económica se utilizan para mostrar el origen de los diversos productos. Así, por ejemplo, en un mapa de este tipo del continente americano, se apreciará que en Venezuela hay petróleo, que en México existen minas de plata, que en los Estados Unidos se cultiva el tabaco y que la Argentina es rica en ganadería.

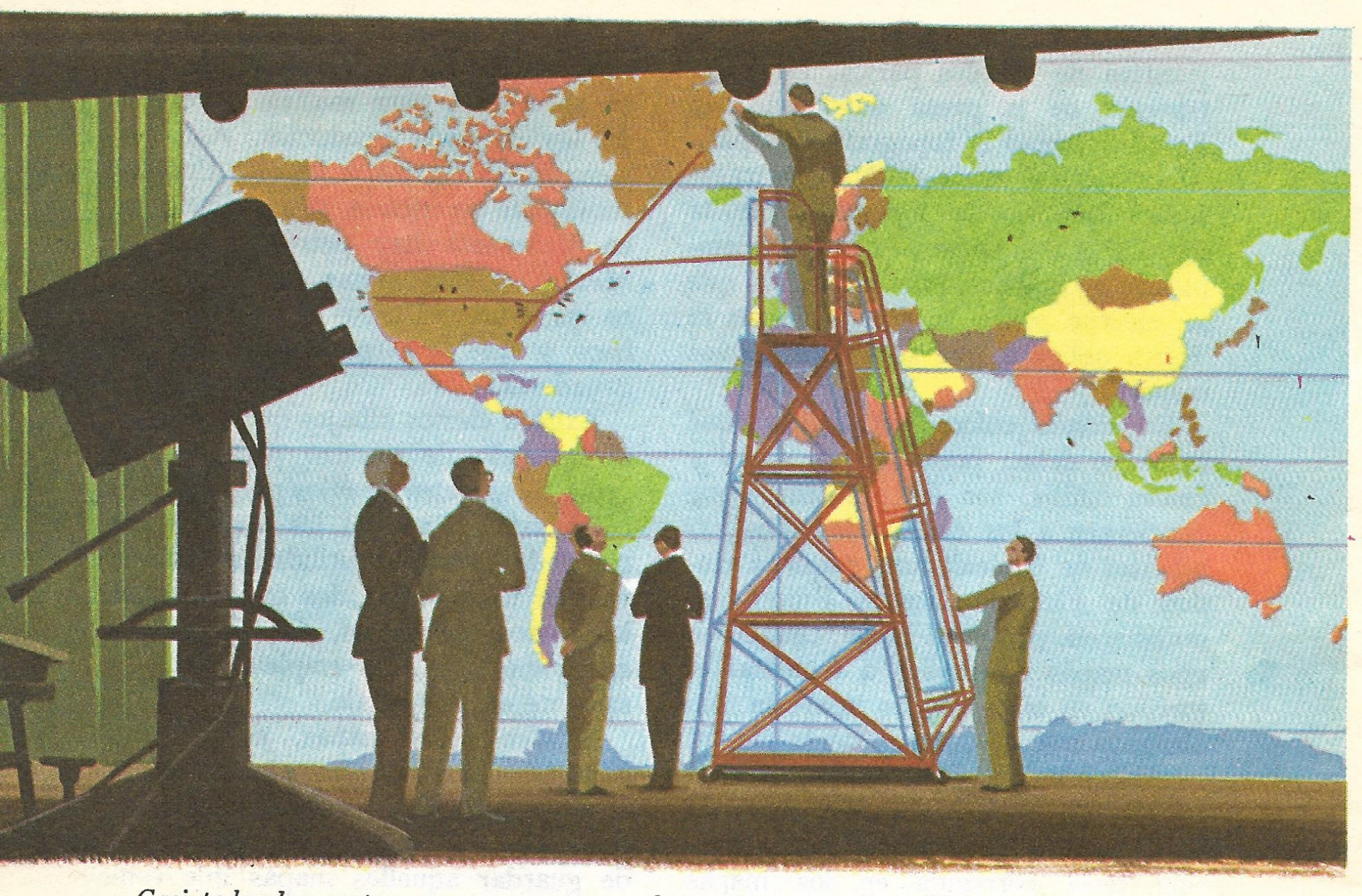
Existen ciertos dibujos que muestran el subsuelo de nuestro planeta. Los geólogos se valen de ellos para mostrar cómo están formadas las diversas capas de la Tierra. Su utilidad es grande, ya que los mineros, los que perforan los pozos petroleros, los ingenieros agrónomos, etc., los emplean ventajosamente en su trabajo.

Existen otros mapas, celosamente guardados, en los que está marcado el sistema de defensa de los sitios estratégicos de un país. La costumbre de guardar aquellos mapas que contienen algún secreto para un determi-

Los geólogos utilizan mapas de contorno para señalar las rocas y minerales que hay en el subsuelo. Este grabado es un corte transversal que indica distintos niveles donde puede haber gas natural y petróleo





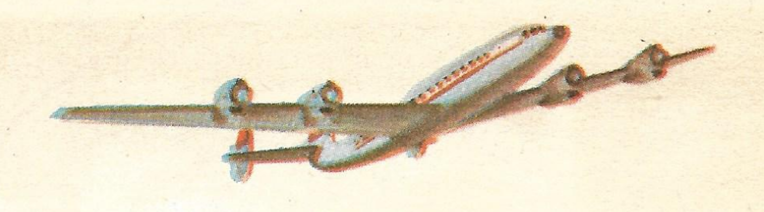


Casi todos los mapas que se usan para planear la estrategia militar, miden más de seis metros de altura

nado grupo de personas, data de los tiempos más remotos. El emperador Augusto guardaba sus mapas, bajo llave, en una bóveda de su palacio, y sólo se los facilitaba a los generales o a los hombres de letras de su confianza. Hubo un tiempo en que a los capitanes de los barcos se les proporcionaban cajas forradas de plomo para que en ellas guardasen sus cartas de navegación. En caso de que un barco estuviese a punto de ser capturado, las cajas con las cartas podían arrojarse por la borda y evitar de esa manera que cayeran en manos del enemigo.

Es extraño que tal sigilo persista hoy día. El conocimiento del mundo se ha extendido tanto que casi parece imposible que aún pueda haber secretos. Sin embargo, los hay. Los secretos militares consisten, por ejemplo, en saber con exactitud la localización de las posiciones estratégicas del enemigo. Las coordenadas geográficas y la altitud de un lugar son datos de suma importancia para la tripulación de los aviones bombarderos. Aun en tiempos de paz, cada país cuenta con líneas de defensa, cuyas posiciones están marcadas en mapas, que se consideran, como es natural, mapas secretos, y se sustraen al conocimiento público.

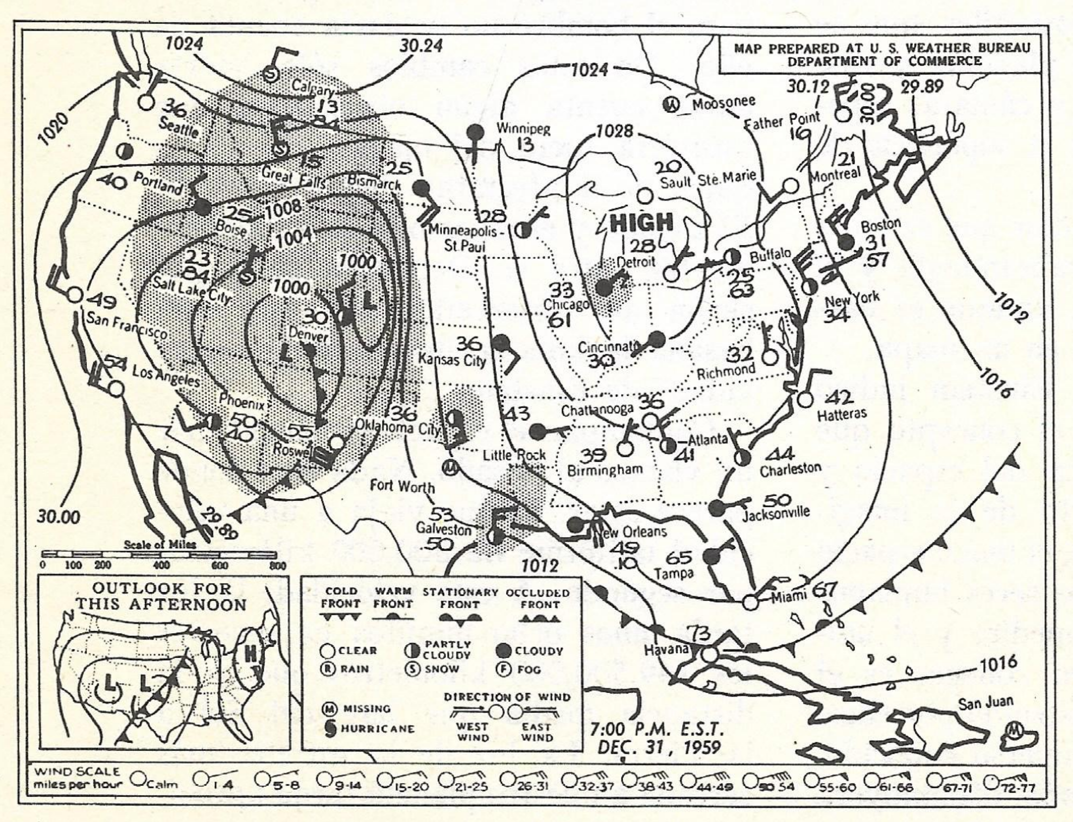
El Empleo Actual de los Mapas, y su Uso en el Futuro

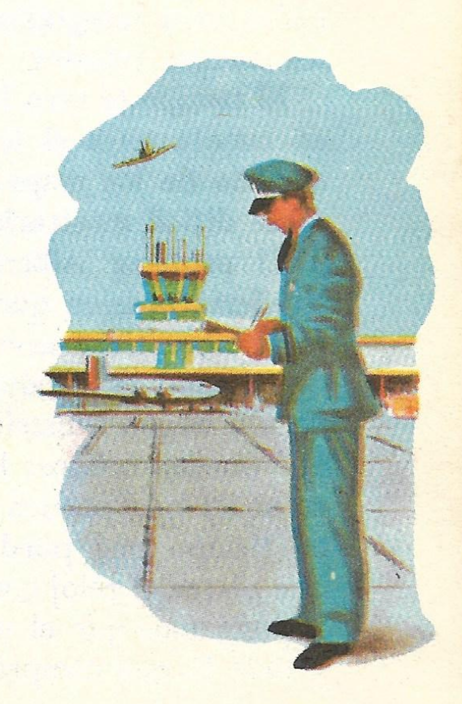


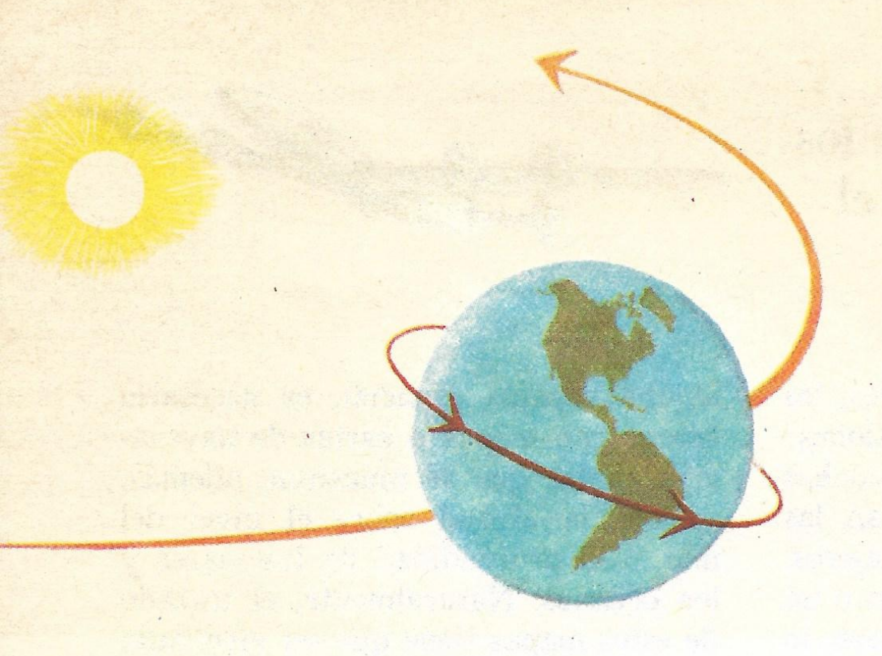
Los lagos, los ríos, las ciudades, los países, etc., tienen dos dimensiones: longitud y anchura. Durante muchos años, estas dos dimensiones eran las únicas que interesaban a los viajeros. Cuando no podían cruzar un lago o un río, escalaban las montañas, pero lo que les interesaba principalmente era la distancia más corta que existía entre dos puntos.

Para viajar, tanto en tierra como por agua, el hombre necesita mapas en los que aparezcan las distancias. Para viajar en submarino, en avión, o en alguna cápsula espacial, es necesario contar con mapas o cartas de navegación en las que se muestren, además, ya sea la altitud sobre el nivel del mar o la profundidad de los mares y los océanos. Naturalmente, el trazado de estos mapas tiene que ser efectuado con gran cuidado y precisión. Para lograrlo, hay que sondear cuidadosamente el lecho del mar, o medir con exactitud la altitud de las montañas, las ciudades, etc. Asimismo, los tripulantes de los submarinos o de los aviones deben tener cartas geográficas

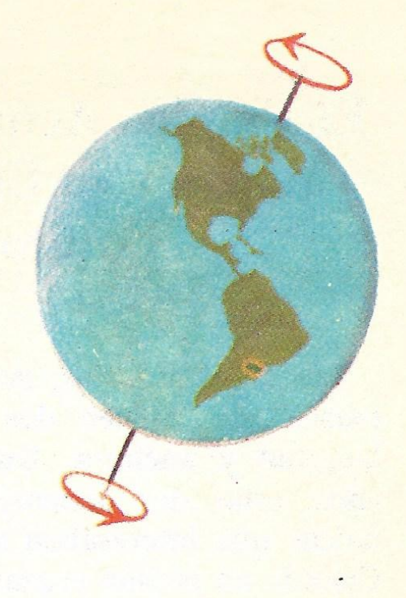
En ciertos países los periódicos publican mapas para informar a sus lectores acerca de las condiciones climáticas de las distintas regiones







La Tierra gira alrededor del Sol



La Tierra gira sobre su propio eje

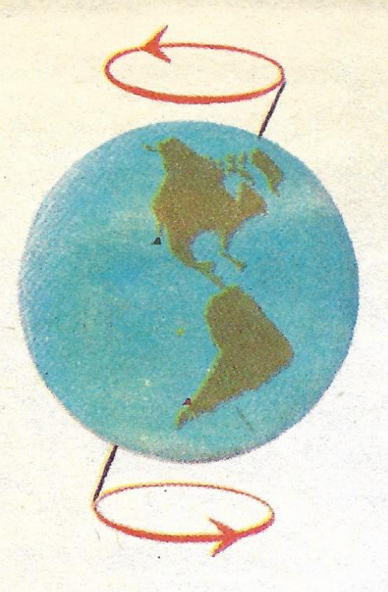
en las que se muestren las condiciones meteorológicas de determinada zona, o de un país en general.

En la actualidad, el trazado de los mapas se lleva a cabo mediante el uso de los satélites artificiales que giran constantemente alrededor de la Tierra, o de los diversos proyectiles que se han enviado a otros planetas y que cuentan con aparatos y cámaras especiales para fotografiar la superficie de los cuerpos celestes.

El tiempo es otro factor que se toma en cuenta para el levantamiento y el trazado de los mapas, aunque es bastante difícil mostrarlo en un mapa.

El profesor Albert Einstein indicó en cierta ocasión que el concepto que el hombre tiene acerca del espacio y del tiempo es producto de la imaginación. Según Einstein, el único espacio que pueden conocer los seres humanos es aquel que pueden medir; y el único tiempo que pueden conocer es el que marca el reloj construido por ellos. Supongamos que el universo conocido, y todo lo que comprende, disminuyera de tamaño hasta hacerse microscópico. De ocurrir esto, el hombre no estaría capacitado para registrar este cambio, ya que los aparatos de medición con que cuenta se transformarían proporcionalmente al cambio sufrido. El tiempo cambiaría también ligeramente, pero el hombre no se daría cuenta de ello. De estos cambios sólo podría darse cuenta algún observador que estuviera fuera del medio; alguien a quien no le afectaran dichos cambios. El tiempo y el espacio no son independientes entre sí. Dependen de la posición del observador. En esto está basada la famosa "teoría de la relatividad" de Einstein.

Contemplar el espacio es como echar un vistazo al pasado. Nada está donde parece estar. La luz viaja a una velocidad uniforme de 300,000 kilómetros por segundo. A esta velocidad, la luz tarda unos ocho minutos en recorrer los 149.500,000 kilómetros que es la distancia media que hay del Sol a la Tierra. La luz de la estrella más cercana a nuestro planeta tarda aproxi-



La Tierra se bambolea al girar



Las estrellas y los planetas tienen movimientos relativos

Los movimientos diversos de la Tierra dificultan al cartógrafo el trazado de mapas exactos

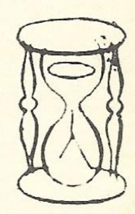
madamente unos 4.3 años en llegar hasta nosotros. Ni el Sol ni las estrellas están donde los vemos: han cambiado de posición, algunas veces a millones de kilómetros, desde el momento en que emitieron su luz hasta que la captamos.

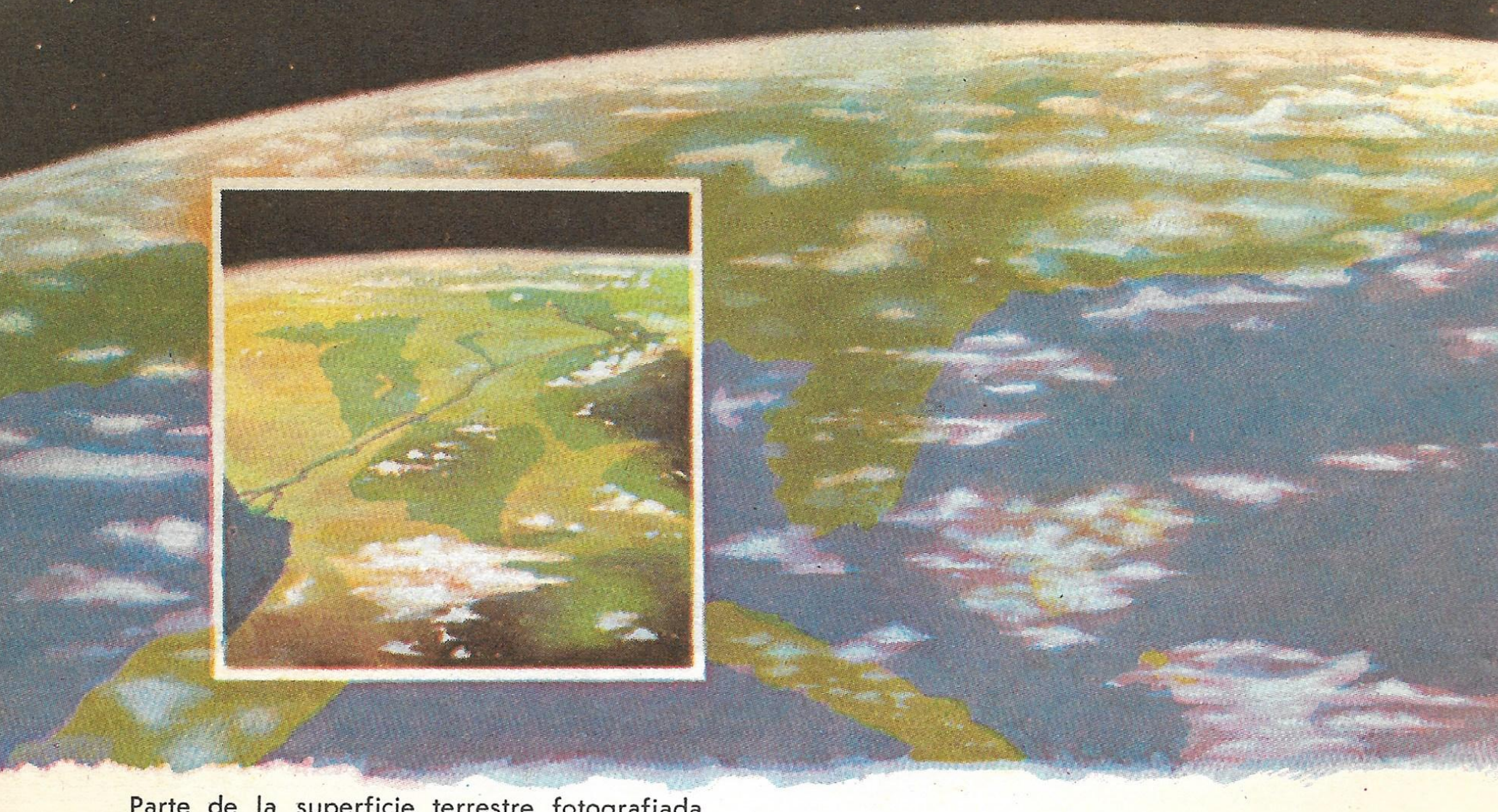
La unidad fundamental en la medida del tiempo es una rotación de la Tierra sobre su eje, o sea un día. Cada periodo de veinticuatro horas se divide en dos partes: uno de luz y otro de oscuridad. Pero en el espacio, fuera de la atmósfera terrestre, siempre está oscuro. Es como si las horas, los minutos y los segundos no tuvieran el menor significado. Y, sin embargo, es necesario contar con unidades de tiempo para medir el movimiento en el espacio. La Tierra gira sobre su propio eje, recorre una órbita alrededor del Sol, se bambolea y vaga conforme se desplaza en el espacio, igual que los planetas y las estrellas. Además del movimiento individual que tiene cada cuerpo celeste, los movimientos de uno y otro son relativos entre sí. Para determinar la posición de un cuerpo en el espacio, el cartógrafo se ve obligado a considerar que todo el sistema está inmóvil en un momento dado.

Aparte del movimiento propio de los cuerpos celestes, las grandes distancias que hay que recorrer en un viaje espacial hacen que el tiempo adquiera una gran importancia. Quienes observan un cohete que se aleja de la Tierra lo ven cada vez más pequeño, conforme aumenta la distancia. Cuanto mayores son las distancias, el tamaño relativo de los dos objetos (el cohete y el planeta Tierra) pierde importancia.

La altitud, que ha dejado de ser un factor de relación entre dichos objetos, ya no se toma en cuenta, para sustituirse por la dimensión de distancia.

¿Cómo se puede describir la posición de un cohete que se encuentra en el espacio a una persona situada en la Tierra, para que adquiera algún significado? Se puede decir que la nave espacial tiene una latitud y una longitud determinadas, por ejemplo las de



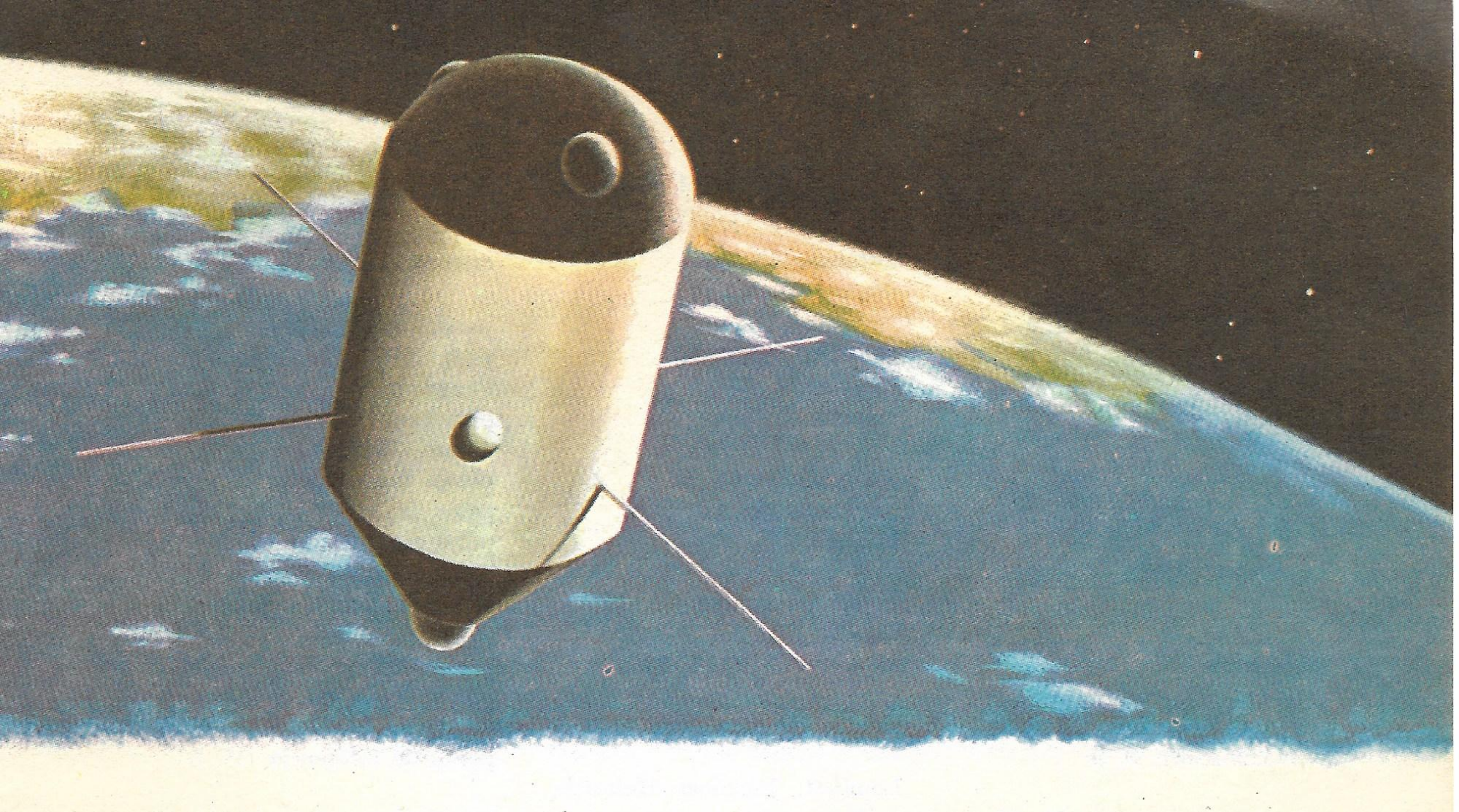


Parte de la superficie terrestre fotografiada por un satélite

la ciudad de Nueva York. A dicho vehículo se le ha situado (parcialmente) en un plano por medio de dos coordenadas. Si además se dice que está a una altitud de 1.600,000 kilómetros, se ha situado empleando una tercera coordenada (la altitud). Pero eso no es suficiente. La Tierra gira constantemente. La nave espacial podría permanecer de manera constante a 1.000,000 de kilómetros sobre la ciudad de Nueva York y, sin embargo, debido al movimiento de traslación de nuestro planeta, la nave estaría siempre en distinta posición con respeto al Sol, las estrellas y otros cuerpos celestes del sistema solar.

El tiempo nos proporciona la cuarta dimensión, que determina la posición exacta de la nave en el espacio. A las doce del mediodía del 21 de julio de 1969, la nave sólo puede estar en un lugar. Un segundo más tarde, la nave podría estar aún en la misma posición respecto a Nueva York, pero estaría, supongamos, 800 kilómetros más alejada del Sol.

Todo parece indicar que en la era espacial ya no tienen razón de existir los mapas bidimensionales. Las grandes distancias y el movimiento constante de todos los cuerpos celestes, hace que el problema del trazado de los mapas sea muy difícil de resolver. Las computadoras electrónicas y los aparatos de control remoto de los vehículos espaciales podría creerse que van a desplazar por completo los mapas bidimensionales. Sin embargo, el hombre siempre ha querido ver trazado en un mapa el punto a donde se dirige. Le gusta disponer de un mapa en el cual pueda anotar el lugar donde ha estado y su posición real. Se están tratando de perfeccionar nuevos sistemas de trazado, basados en líneas paralelas y en la proyección de los mapas. Ya se utilizan nuevas líneas de latitud y de



Continuamente se están ideando métodos nuevos para trazar mapas de la superficie terrestre. En algunas cartas espaciales se utilizan nuevas líneas de longitud y de latitud, basadas en la Vía Láctea y no en el ecuador terrestre

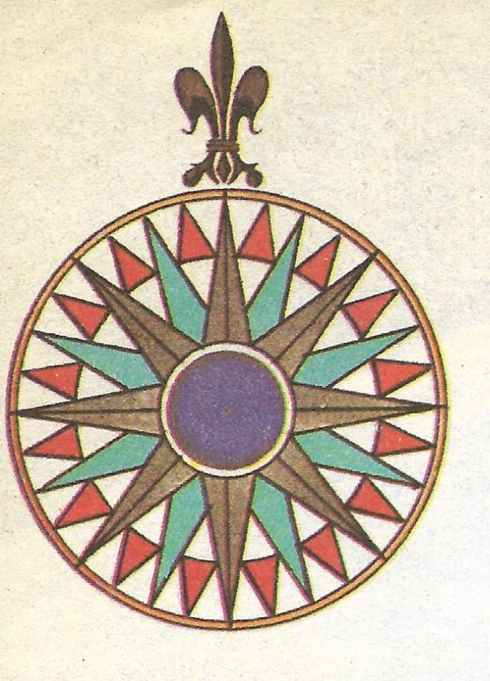
longitud en nuestra galaxia, usando como base el eje central de la Vía Láctea, en lugar de emplear el ecuador terrestre.

Los mapas espaciales tendrán semejanza con los planos que traza un arquitecto de cada planta de un rascacielos. Se usará un mapa para cada una de las diversas alturas, llamadas niveles. Además, los mapas sólo serán válidos por un corto lapso. Se trazarán mapas especiales, sumamente precisos, para cada vuelo espacial que el hombre intente hacer.

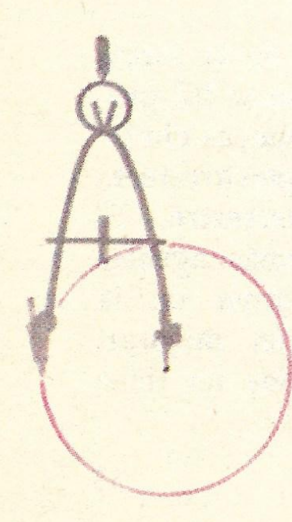
El Instituto Geodésico de los Estados Unidos imprime en una sola tirada millones de cartas de navegación aérea, y las revisa una o dos veces al año. Los mapas de la era espacial se tendrán que revisar con gran frecuencia.

Aunque se han trazado muchos mapas del lado visible de la Luna, no hay dos iguales. Los mapas de Marte concuerdan aún menos. Hasta ahora, las fotografías que se han tomado no confirman la existencia de los famosos "canales", que muchos astrónomos han trazado en los mapas de la superficie de Marte. Hasta que el hombre explore con sus naves espaciales la Luna y los planetas, no tendremos mapas precisos de ellos.

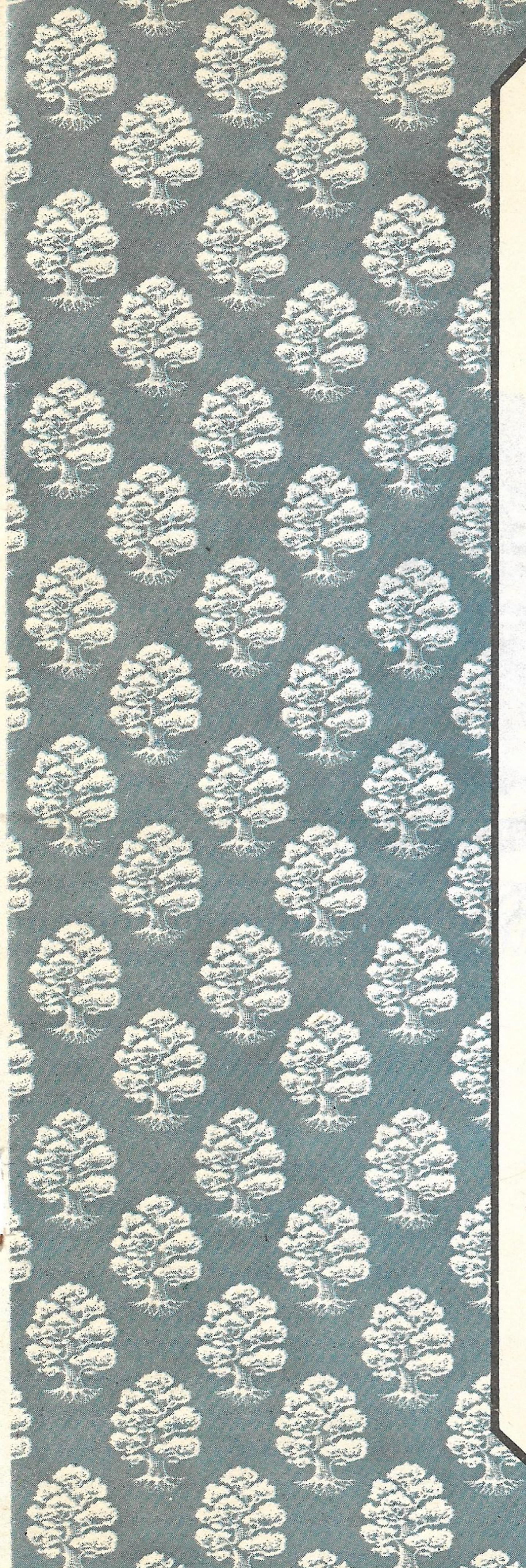
El conocimiento acerca de la forma de la Tierra y del Universo se irá profundizando. Se fundarán nuevas ciudades, y vastas redes de supercarreteras cubrirán la superficie terrestre. El viento, el agua y los demás agentes físicos modificarán la forma de la Tierra. Los mapas podrán mejorar, pero el trabajo de trazarlos no tiene fin.



Índice



RECONOCIMIENTO: Los mapas que aparecen en las páginas 6, 10, 28, 32 y 37 fueron facilitados por la Biblioteca Pública de la ciudad de Nueva York, sección de cartografía; la rosa de los vientos (inferior) de la página 19 fue tomada del mapa 223 del servicio de guardacostas norteamericano; el mapa de la página 29 se tomó del *The New York Times;* el mapa de la página 41 pertenece al servicio topográfico norteamericano; los símbolos topográficos de la página 43 se tomaron del servicio de guardacostas norteamericano; el mapa de las páginas 44 y 45 se tomó del volumen II del *Manhattan Atlas,* © C.W. Bromley & Co., Inc.; el mapa meteorológico es por cortesía del *The New York Times.*



LIBROS DE ORO DEL SABER

EL MUNDO DE LAS HORMIGAS — Las diferentes especies y cómo viven en sus colonias. Con 70 ilustraciones en colores.

EL MUNDO DE LOS INSECTOS — Hormigas, avispas, escarabajos, etc. Cómo nacen, crecen y sobreviven.

LA LUNA — Su origen, tamaño, topografía y clima. Cartas geográficas y una gran cantidad de ilustraciones en colores.

SUBMARINOS — La navegación submarina, desde el primitivo *Turtle* hasta el *Skypjack*, dotado de fuerza nuclear.

ÁTOMOS — La historia de cómo descubrió el hombre la estructura de la materia. Fotografías e ilustraciones.

AVES DEL MUNDO — Pingüinos, pelícanos, garzas, patos, cisnes, águilas, papagayos y muchas aves más.

MOTORES — Cómo ha domado el hombre la energía del viento, del agua, del vapor, de la electricidad y del átomo.

LA VIDA DE LOS REPTILES — Tortugas, caimanes, lagartos y serpientes; su forma de vida.

LOS PLANETAS — Los 9 planetas y 31 lunas de nuestro sistema solar. Con gran variedad de cartas geográficas y diagramas.

MATEMÁTICAS — Introducción al álgebra, a la geometría y a otras ramas de las matemáticas, con ejemplos instructivos.

LA VIDA DE LOS PECES — Cómo nadan, respiran, ven y sobreviven en aguas poco o muy profundas.

ROCAS — Sus procesos de formación y sus diferentes clases.

Walt Disney • ANIMALES SALVAJES DEL OESTE — Adaptado de la película de Disney "Aventuras de la vida real".

Walt Disney • EL ÁRTICO SALVAJE — Animales del Ártico, ilustraciones a colores tomadas de la película "Aventuras de la vida real".

LOS VIAJES DE LOS ANIMALES — Las rutas que siguen y las causas que los impulsan a viajar.

ENERGÍA Y POTENCIA — Cómo aprovecha el hombre las fuerzas naturales, y cómo mediante ellas, transforma al mundo.

LA VISIÓN — ¿Por qué, y cómo vemos?

LAS REGIONES POLARES — Historia y Geografía. Datos fascinantes sobre las regiones Árticas y Antártida.

LOS VUELOS ESPACIALES — La inminente y emocionante exploración del Universo.

LIFE EL MAR — Sus orígenes, las fuerzas que en él imperan y los seres que lo pueblan.

LOS PRIMEROS AUTOMÓVILES — Desde el auto de cuerda fabricado en 1649, hasta el Ford modelo T, con diagramas y planos.

LA HISTORIA DE LOS MAPAS — Cómo se ha representado el mundo, desde la antigüedad hasta la Era Espacial.

LIFE ANIMALES PREHISTÓRICOS — Los dinosaurios, así como otros reptiles y los mamíferos primitivos.

ANIMALES QUE VUELAN — Aquí se explica cómo vuelan no sólo las aves, sino ciertos peces y algunos mamíferos.


LIBROS DE ORO DEL SABER

LIBROS DE ORO DEL SABER

Libros de temas objetivos para jóvenes lectores



• Textos interesantes, instructivos y amenos • Cada libro ha sido revisado minuciosamente por un experto en la materia • Bellamente ilustrados en colores, con fotografías, dibujos, diagramas y cuadros sinópticos • Un extenso campo de fascinantes materias • Preparados bajo la dirección del doctor Herbert S. Zim, reconocida autoridad en la enseñanza de las ciencias.

Vea usted, en la página 55, la lista completa de los títulos de esta serie.

MATEMÁTICAS

LOS PLANETAS

ROCAS

EL MUNDO DE LOS INSECTOS

LA VIDA DE LOS PECES

SUBMARINOS

MOTORES

ÁTOMOS

LA LUNA

EL MUNDO DE LAS HORMIGAS

AVES DEL MUNDO

LA VIDA DE LOS REPTILES

ORGANIZACION EDITORIAL NOVARO, S. A.